

Sarwono, Suyatman,  
A. Novita.



# ILMU PENGETAHUAN ALAM

Untuk SMP/MTs Kelas IX



PUSAT PERBUKUAN  
Departemen Pendidikan Nasional

# IPA TERPADU IX

---

Untuk SMP/ MTs Kelas IX

Sarwono

Suyatman

A. Novita.



**PUSAT PERBUKUAN**  
Departemen Pendidikan Nasional

# ILMU PENGETAHUAN ALAM

## untuk Kelas IX SMP/MTs

**Penulis** : Sarwono, Suyatman,  
A. Novita

507

SAR

i

SARWONO

Ilmu Pengetahuan Alam 3 : Untuk SMP/MTs Kelas 9 / Sarwono,  
Suyatman, A. Novita. — Jakarta : Pusat Perbukuan,  
Departemen Pendidikan Nasional, 2009.  
vi, 300 hlm. : illus. ; 25 cm.

Bibliografi: hlm. 299-300

Indeks

ISBN 978-979-068-000-5

1. Sains-Studi dan Pengajaran I. Judul II. Suyatman III. A. Novita

Diterbitkan oleh Pusat Perbukuan  
Departemen Pendidikan Nasional  
Tahun 2009  
Diperbanyak oleh .....

## Kata Sambutan



Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Departemen Pendidikan Nasional, pada tahun 2008, telah membeli hak cipta buku teks pelajaran ini dari penulis/penerbit untuk disebarluaskan kepada masyarakat melalui situs internet (*website*) Jaringan Pendidikan Nasional.

Buku teks pelajaran ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan dan telah ditetapkan sebagai buku teks pelajaran yang memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 69 Tahun 2008 tanggal 7 November 2008.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para penulis/penerbit yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para siswa dan guru di seluruh Indonesia.

Buku-buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*down load*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun, untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Diharapkan bahwa buku teks pelajaran ini akan lebih mudah diakses sehingga siswa dan guru di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri dapat memanfaatkan sumber belajar ini.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para siswa kami ucapkan selamat belajar dan manfaatkanlah buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, Februari 2009  
Kepala Pusat Perbukuan

# KATA PENGANTAR

---

Biologi, Fisika dari Kimia bisa saja dipelajari secara terpisah sebagai cabang ilmu sendiri-sendiri. Dalam proses transfer keilmuannya pun akan lebih mudah diajarkan secara terpisah. Namun, apabila hal tersebut dilaksanakan tanpa kerangka IPA yang komprehensif, dikhawatirkan akan terbentuk kompetensi yang tidak seimbang pada diri kalian. Dengan kompetensi yang tak seimbang ini, jika dibiarkan terus-menerus kalian nantinya akan menjadi sosok yang tidak bijak dalam pengelolaan lingkungan. Kerusakan lingkungan sudah pastilah akan mudah terwujud.

Bagaimana menghindarinya?

Dengan pengenalan IPA yang komprehensif sejak dini, diharapkan kalian mulai menghadapi hakikat IPA sebenarnya. Kami sangat setuju bila taraf pendidikan dasar, kerangka IPA yang komprehensif masih menjadi titik tolak pembelajaran IPA. Pada taraf ini, pembentukan sikap pada diri kalian masih sangat mungkin sejalan dengan perkembangan psikologis.

Mengacu pada pertimbangan di atas kami menyusun buku IPA ini secara terpadu. Berdasar pada fakta-fakta dan fenomena-fenomena yang ada di alam, kalian didorong untuk menganalisisnya sesuai dengan hukum-hukum dan teori-teori yang telah dikembangkan dalam bidang-bidang Biologi, Fisika dan Kimia. Dengan proses ini, kalian dirangsang untuk menarik suatu kesimpulan sesuai metode ilmiah, secara individual maupun kelompok muara dari proses ini, diharapkan akan menjadi sosok intelek yang tanggap terhadap perubahan-perubahan dalam bidang IPTEK serta dampaknya, kelak akan lahir para intelektual yang arif dan bijaksana.

Mei 2008

Penulis

## PETUNJUK PENGGUNAAN BUKU

Sebagai peta arahan bagi siswa dalam proses belajar dan pencapaian kompetensi.

### Tujuan Kompetensi

*Setelah mempelajari bab ini diharapkan kamu mampu memahami konsep kelistrikan dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.*

Materi inti:

Penjabaran konsep-konsep dan teori-teori yang sesuai dengan tujuan kompetensi

Sebagai refleksi dari pemahaman materi yang telah dikuasai siswa.

### Evaluasi

**Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut!**

1. Pada suatu penghantar mengalir muatan listrik

Kegiatan untuk mendorong proses ilmiah siswa baik dalam memahami konsep ataupun pembuktian teori.

### Kegiatan Laboratorium

**Tujuan:**

Melakukan pengukuran tegangan listrik.

Kesetiaan untuk mendorong sikap bekerjasama dalam menyelesaikan masalah yang relevan.

### Tugas Kelompok

**Tujuan:**

Menyeliki besarnya kuat arus pada rangkaian bercabang

Kegiatan untuk mendorong kemandirian siswa dalam proses pemahaman konsep atau pembuktian teori.

### Tugas Individu

Setelah kamu melakukan percobaan di atas, lakukannya paralel. Ukur tegangan totalnya! Bandingkan

Penerapan konsep dan teori yang telah dikuasai siswa dalam salingtemas.

### Proyek

1. Hambatan suatu badan dipengaruhi oleh

Uji kompetensi berisi soal-soal untuk menguji kemampuanmu.

### Uji Kompetensi

- A. Pilih salah satu jawaban yang paling tepat (x) pada huruf a, b, c, atau d!**



## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>PETUNJUK PENGGUNAAN BUKU .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>BAB 1      SISTEM EKSKRESI DAN REPRODUKSI MANUSIA</b>	
A.   Sistem Ekskresi Manusia .....	2
B.   Sistem Reproduksi Manusia.....	13
Uji Kompetensi .....	21
<b>BAB II     SISTEM KOORDINASI DAN ALAT INDERA MANUSIA</b>	
A.   Sistem Koordinasi Pada Manusia.....	26
B.   Alat Indera Manusia .....	38
Uji Kompetensi .....	53
<b>BAB III    KELANGSUNGAN HIDUP MAKHLUK HIDUP</b>	
A.   Adaptasi Makhluk Hidup terhadap Lingkungan .....	60
B.   Seleksi Alam .....	72
C.   Kelangsungan Hidup Makhluk Hidup Melalui Perkembangbiakan.....	76
Uji Kompetensi .....	98
<b>BAB IV    PEWARISAN SIFAT MAKHLUK HIDUP</b>	
A.   Konsep Pewarisan Sifat Makhluk Hidup .....	104
B.   Proses Pewarisan Sifat Makhluk Hidup .....	109
Uji Kompetensi .....	118
<b>BAB V     LISTRIK STATIS</b>	
A.   Muatan listrik.....	122
B.   Hukum Coulumb.....	124
C.   Medan Listrik .....	126
D.   Potensial Listrik .....	128
E.   Induksi Listrik .....	130
F.   Listrik Statis Dalam Kehidupan Sehari-hari.....	131
Uji Kompetensi .....	137

<b>BAB VI</b>	<b>LISTRIK DINAMIS</b>	
	A. Rangkaian Listrik.....	142
	B. Prinsip Kerja Elemen.....	170
	Uji Kompetensi .....	176
<b>BAB VII</b>	<b>ENERGI DAN DAYA LISTRIK</b>	
	A. Energi Listrik.....	182
	B. Daya Listrik .....	186
	C. Peralatan Sehari-hari.....	189
	Uji Kompetensi .....	193
<b>BAB VIII</b>	<b>KEMAGNETAN</b>	
	A. Gejala Kemagnetan dan Cara Membuat Magnet.....	198
	B. Pemanfaatan Kemagnetan.....	208
	C. Induksi Elektromagnetik.....	213
	Uji Kompetensi .....	226
<b>BAB IX</b>	<b>TATA SURYA</b>	
	A. Karakteristik Sistem Tata Surya.....	232
	B. Matahari sebagai Bintang .....	239
	C. Gerak Edar Bumi, Bulan, dan Satelit Buatan.....	244
	Uji Kompetensi .....	259
<b>BAB X</b>	<b>LITOSFER DAN ATMOSFER</b>	
	A. Proses yang Terjadi Dilapisan Litosfer Dan Atmosfer.....	264
	B. Pengaruh Proses yang Terjadi di Lapisan Litosfer dan Atmosfer Bagi Kehidupan Manusia .....	273
	Uji Kompetensi .....	284
	<b>GLOSARIUM.....</b>	<b>287</b>
	<b>INDEK.....</b>	<b>291</b>
	<b>KUNCI JAWABAN .....</b>	<b>296</b>
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>299</b>





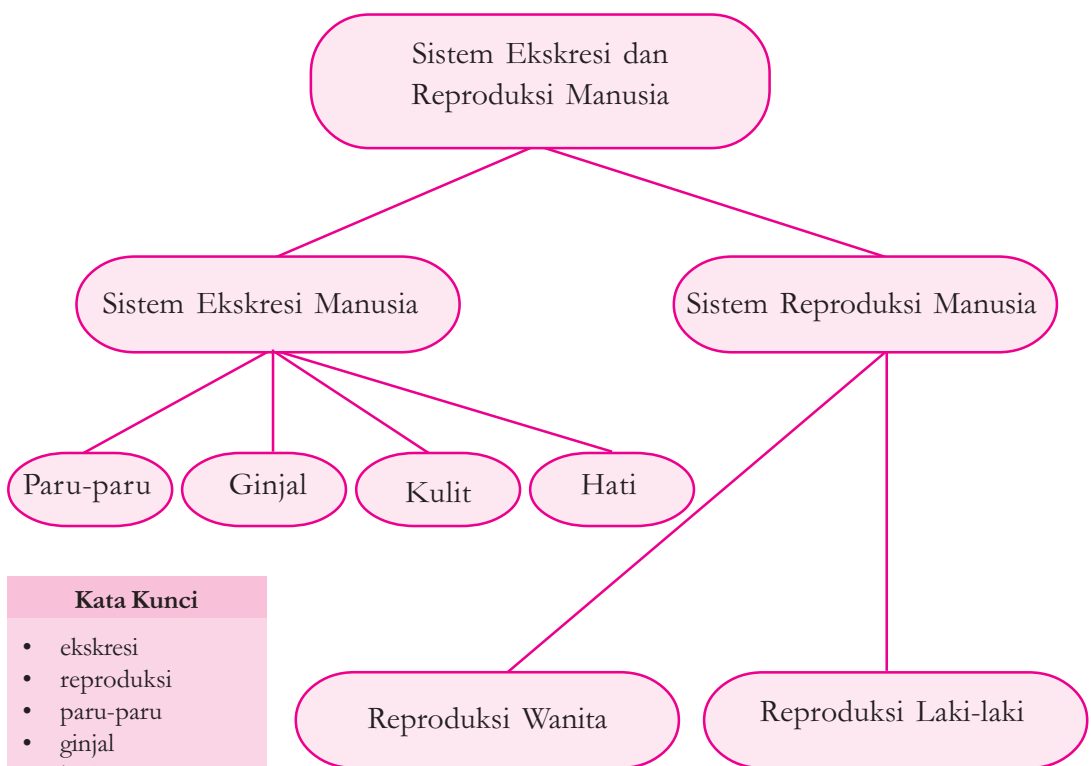
# Bab 1

## Sistem Ekskresi dan Reproduksi Manusia

### Tujuan Kompetensi

Setelah mempelajari bab ini diharapkan kamu mampu memahami berbagai sistem dalam kehidupan manusia.

Untuk mengetahui garis besar bab ini, kamu perbatikan peta konsep di bawah ini!



### Kata Kunci

- ekskresi
- reproduksi
- paru-paru
- ginjal
- hati
- kulit

Pada tubuh manusia terdapat berbagai sistem organ diantaranya sistem ekskresi dan sistem reproduksi. Sistem ekskresi berkaitan erat dengan sistem pencernaan, sistem peredaran darah, dan sistem pernapasan. Bagaimana sistem pencernaan, sistem peredaran darah, dan sistem pernapasan itu? Coba kamu jawab terlebih dahulu pertanyaan tersebut, agar memudahkan kamu dalam mempelajari bab ini.

## A. Sistem Ekskresi Manusia

### Tujuan Sub Kompetensi

*Setelah mempelajari sub bab ini diharapkan kamu mampu mendeskripsikan sistem ekskresi pada manusia dan hubungannya dengan kesehatan.*

Dalam kehidupan sehari-hari, tidak terlepas adanya sampah, seperti sampah sisa memasak, sisa makanan, bungkus ataupun sampah-sampah lain. Apa yang harus kamu lakukan? Tentu akan membuangnya di tempat sampah. Bahkan kalau kamu amati di tempat-tempat umum sering terdapat tempat sampah dan tertulis logo “Buanglah Sampah Pada Tempatnya” mengapa demikian? Tentu agar lingkungan di sekitarnya menjadi bersih dan sehat.

Demikian juga dalam tubuh manusia, tentu tidak terlepas adanya sisa-sisa atau sampah akibat terjadinya berbagai proses, diantaranya yaitu proses pencernaan dan pernapasan. Proses pencernaan menghasilkan sari-sari makanan kemudian diangkut oleh darah dan diedarkan ke seluruh tubuh, tetapi ada zat yang berupa kotoran yang harus dikeluarkan. Proses pengeluaran kotoran dari saluran pencernaan ini dinamakan defeksi.

Sedangkan pada proses pernapasan akan terjadi oksidasi sari makanan yang menghasilkan energi dan zat sisa yang berupa karbon dioksida serta uap air. Seluruh proses ini disebut metabolisme (pertukaran zat). Seluruh proses pengeluaran zat-zat sisa hasil metabolisme dalam tubuh disebut pengeluaran (ekskresi). Untuk mengeluarkan zat sisa tersebut, tubuh manusia dilengkapi alat-alat ekskresi. Alat-alat tersebut meliputi paru-paru, ginjal, hati dan kulit. Marilah kita bahas satu persatu.

### 1. Paru-paru (Pulmo)

Coba, kamu tengok kembali pelajaran tentang proses pernapasan di kelas VIII, sehingga kamu akan ingat kembali tentang struktur, cara kerja dan fungsi paru-paru! Paru-paru merupakan salah satu alat pernapasan, sekaligus sebagai alat ekskresi. Apakah zat-zat yang dikeluarkan dari paru-paru sebagai zat sisa pada proses pernapasan?

Untuk menjawab pertanyaan tersebut, coba lakukan penyelidikan berikut.



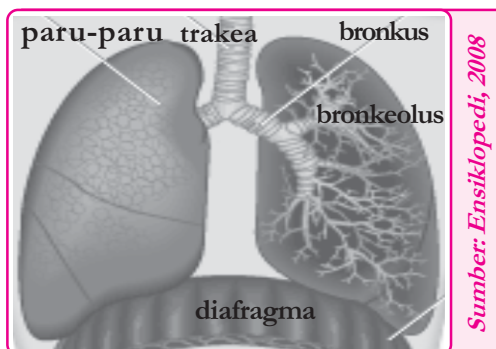
### Kegiatan Penyelidikan

Hembuskan napasmu ke permukaan kaca. Amati perubahan yang terjadi pada kaca! Apa yang menyebabkan perubahan tersebut? Buatlah kesimpulanmu!

Zat sisa yang dikeluarkan pada proses pernapasan adalah karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan uap air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) yang dibawa eritrosit ke dalam paru-paru yang akan keluar melalui hidung. Jika zat sisa ini tidak dikeluarkan, dapat menjadi racun yang menghalangi penyerapan oksigen sehingga proses pembakaran di dalam tubuh akan terganggu.

Zat-zat sisa  $\text{CO}_2$  + uap air  $\rightarrow$  darah  $\rightarrow$  paru-paru (ingat proses respirasi)

Pada proses pernapasan dihasilkan energi dan hasil sampingan yang berupa karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan uap air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) yang dikeluarkan kembali melalui paru-paru.



Gambar: 1.1 Organ paru-paru

## 2. Ginjal (Ren)

Pernahkah kamu berpikir apa sebenarnya air kencing itu? Bagaimana proses terjadinya air kencing dan organ apa yang berperan? Organ tubuh kita yang berperan dalam proses pembuatan air kencing yaitu ginjal (ren). Apa itu ginjal?

Ginjal merupakan alat ekskresi utama pada manusia yang bertugas menyaring darah dari nadi ginjal yang berasal dari aorta. Darah yang disaring berupa zat-zat sisa yang tidak diperlukan, kemudian dikumpulkan dalam bentuk urine.

### a. Struktur Anatomi Ginjal

Manusia mempunyai sepasang ginjal yang terletak di sebelah kiri dan kanan ruas-ruas tulang pinggang di dalam rongga perut.

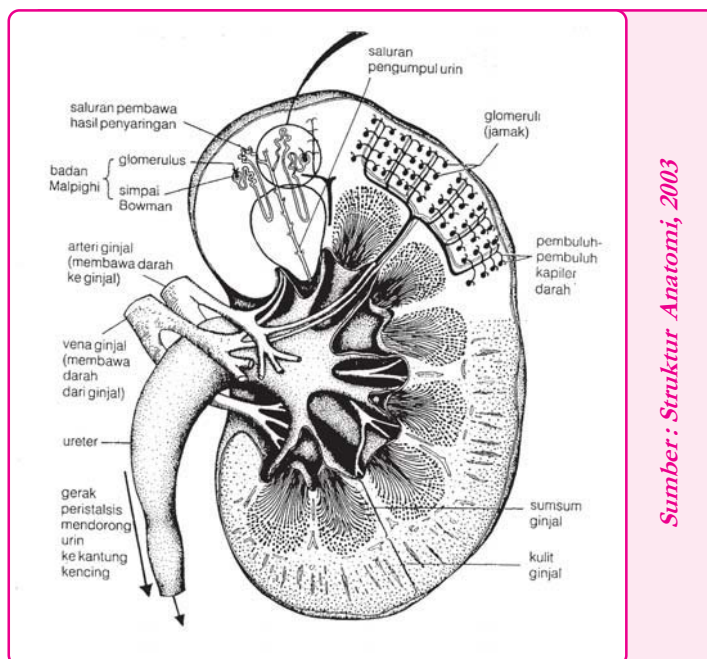
Ginjal terdiri atas 3 ( tiga ) bagian, yaitu:

- a. Kulit ginjal (*korteks*)
- b. Sumsum ginjal (*medula*)
- c. Rongga ginjal (*pelvis*).

Dalam kulit ginjal banyak terdapat badan malphigi yang tersusun atas glomerulus dan simpai bowman. Penyaringan darah terjadi dalam badan malphigi. Hasil saringan (filtrat) disebut urine primer, kemudian terjadi reabsorpsi (penyerapan kembali zat-zat yang masih dibutuhkan oleh tubuh) sehingga terbentuklah urine sekunder, selanjutnya proses argumentasi (pemberian zat warna urine) sehingga terbentuklah urine yang sesungguhnya.

Sumsum ginjal terdiri atas beberapa badan berbentuk kerucut yang merupakan tempat berkumpulnya pembuluh-pembuluh halus lanjutan dari simpai bowman. Pembuluh halus ini mengalirkan urine dan bermuara di rongga ginjal.

Rongga ginjal menjadi tempat penampungan urine sementara. Rongga ginjal berhubungan dengan ureter (saluran kencing)



Sumber : Struktur Anatomi, 2003

Gambar: 1.2 Struktur anatomi ginjal manusia



## Kegiatan Laboratorium

### Tujuan:

Mempelajari letak ginjal

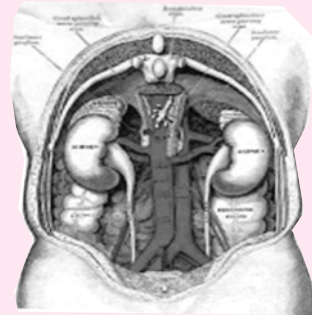
### Alat dan Bahan:

Model letak ginjal manusia

### Langkah Kerja

1. Amati dan perhatikan model ginjal manusia!
2. Urutkan saluran-saluran yang menghubungkan mulai dari jantung sampai ke ginjal!
3. Gambarlah dan tuliskan urutan-urutannya!

Setelah kamu amati dari model letak ginjal manusia akan tampak gambar tentang letak ginjal secara jelas, kemudian bandingkanlah gambar hasil kerjamu dengan gambar di samping ini!



### *b. Cara Kerja Ginjal*

Peran dan bagian-bagian ginjal telah kamu pelajari. Lalu, bagaimanakah cara kerja ginjal? Coba kamu lakukan kegiatan berikut!



## Kegiatan Laboratorium

### Tujuan:

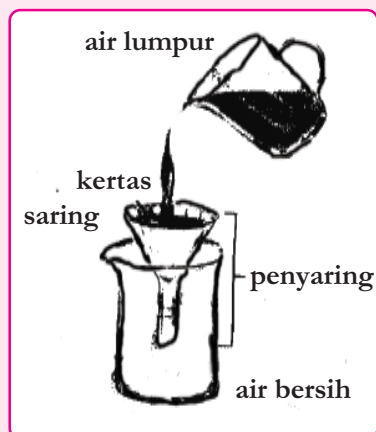
Mengetahui Fungsi Ginjal

### Bahan dan Alat

1. Gelas kimia 250 cc
2. Kertas saring
3. Corong kaca
4. Klem dan statif
5. 100 cc air lumpur

### Langkah Kerja

1. Susunlah alat-alat tersebut seperti pada gambar di samping!
2. Tuangkan air keruh ke dalam perangkat percobaan dan tampunglah air hasil saringannya!



3. Ulangi penyaringan beberapa kali!
4. Bandingkan keadaan air sebelum dan sesudah disaring!

**Pertanyaan:**

1. Apakah air lumpur menjadi jernih?
2. Apabila rangkaian alat percobaan tersebut dianggap sebagai ginjal, apakah fungsi utama ginjal?
3. Kesimpulan apa yang kamu dapat dari percobaan di atas?

Proses yang terjadi di dalam ginjal:

1. Penyaringan/filtrasi zat-zat sisa metabolisme (pada kapsula bowman).
2. Penyerapan kembali/reabsorpsi zat-zat yang masih berguna bagi tubuh. (pada tubulus kontortus proximalis gelung Henle).
3. Pengeluaran zat-zat yang tidak diperlukan dan tidak dapat disimpan dalam tubuh/ekskresi (pada tubulus kontortus distal tubulus kolektif).

**1. Proses pembentukan urine:**

Darah (air, garam, gula, urea, dan lain-lain) → ginjal (pada badan malpighi) glomerulus kapsula bowman (terjadi penyaringan/filtrasi) urine primer (filtrat glomerulus). →

Urine primer tubulus kontortus proximal (terjadi penyerapan kembali/reabsorpsi) zat-zat yang masih berguna masuk ke darah dan darah menambah zat-zat sampah lain urine sekunder (filtrat tubulus).

Urine sekunder tubulus kontortus distal darah menambah lagi zat-zat sisa dan menyerap kelebihan air urine sesungguhnya tubulus kolektif pelvis renalis.

Di dalam ginjal orang dewasa, setiap menitnya dipompakan sebanyak 1,2 liter, jadi setiap menit ginjal harus menyaring darah sebanyak itu. Jumlah urine dipengaruhi oleh :

- a. Jumlah air yang diminum.
- b. Banyaknya garam yang harus dikeluarkan agar tekanan osmosis darah tetap.
- c. Hormon antidiuretika (ADH)

Hormon ini dihasilkan oleh kelenjar hipofisis posterior.

Fungsi hormon: mempengaruhi penyerapan air oleh dinding tubulus. Jika kekurangan ADH, jumlah urine meningkat 20-30 kali.

d. Saraf

Rangsangan saraf renalis sehingga arteri eferent menyempit aliran darah ke glomerulus berkurang tekanan darah berkurang filtrasi kurang efektif.

e. Pada penderita diabetes melitus (kurang hormon insulin), sehingga pengeluaran glukosa diikuti dengan kenaikan volume urine.

## 2. Kandungan Urine

Urine mengandung zat-zat sebagai berikut:

- air (+ 95 %)
- ureum, asam urine dan amoniak yang merupakan sisa-sisa perombakan protein
- garam-garam mineral terutama garam dapur
- zat warna empedu yang menyebabkan warna kuning pada urine
- zat-zat yang berlebihan dalam darah, misalnya : vitamin, dan obat-obatan

## c. Fungsi ginjal

Ginjal berfungsi untuk:

1. Mengatur keseimbangan air dan garam.
2. Pembuangan sampah nitrogen dan kelebihan garam dalam bentuk urea.
3. Pembuangan substansi asing (obat, zat-zat racun, dan sebagainya)
4. Mengatur keseimbangan asam-basa darah.
5. Menyaring darah

Penyaringan darah terjadi pada kulit ginjal (korteks) tepatnya di glomerulus.

Faktor-faktor apakah yang dapat mempengaruhi pengeluaran urine?

Pengeluaran urine dipengaruhi beberapa faktor diantaranya sebagai berikut:

- 1) Banyaknya air yang diminum, kelebihan air di dalam tubuh akan dikeluarkan lewat ginjal berupa urine atau lewat kulit berupa keringat.
- 2) Kekurangan hormon (Antidiuretik Hormon) mengakibatkan banyak mengeluarkan kencing yang biasa disebut Diabetes insipidus.
- 3) Banyaknya garam dalam darah yang harus dikeluarkan. Garam dalam tubuh dikeluarkan bersama air, sebab garam dapat larut dalam air.

Dapatkah sistem pengeluaran pada ginjal terganggu? Kelainan dan penyakit apa saja yang dapat menyebabkan gangguan pengeluaran?



#### **d. Gangguan dan Penyakit pada Ginjal**

1. Anuria, yaitu kegagalan ginjal mengekskresi urine.
2. Glikosuria, yaitu keberadaan glukosa di dalam urine.
3. Albuminaria, yaitu keberadaan albumin yang berlebihan dalam urine.
4. Hematuria yaitu keberadaan sel-sel darah merah di dalam urine. dan keberadaan sel darah putih di dalam urine, ini disebabkan karena infeksi pada ginjal atau organ-organ urine lain.
5. Batu ginjal, yaitu merupakan benda keras yang sering ditemukan di dalam saluran ginjal, pelvis ginjal maupun saluran urine.
6. Gagal ginjal. Gagal ginjal total bisa menyebabkan kematian dalam waktu 1 sampai 2 minggu.

#### **Tugas Kelompok**

Mengapa pada waktu udara dingin kita sedikit mengeluarkan keringat? Dan sebaliknya mengapa pada waktu udara panas kita lebih banyak mengeluarkan keringat?

### **3. Kulit**

Mengapa kulit disebut sebagai alat ekskresi? Coba kamu amati kulitmu, apa yang akan dikeluarkan jika badanmu panas atau setelah melakukan kegiatan yang banyak? Kamu dapat mengetahui kalau kulit akan mengeluarkan keringat. Keringat ini merupakan zat sisa dari proses metabolisme tubuh (berupa air, garam, urea) yang berhubungan erat dengan pengaturan suhu tubuh.

#### **a. Struktur Anatomi Kulit**

Kulit manusia terdiri atas 3 lapisan, yaitu:

- 1) Kulit ari ( Epidermis )

Kulit epidermis atas 2 lapisan, yaitu lapisan malpigi

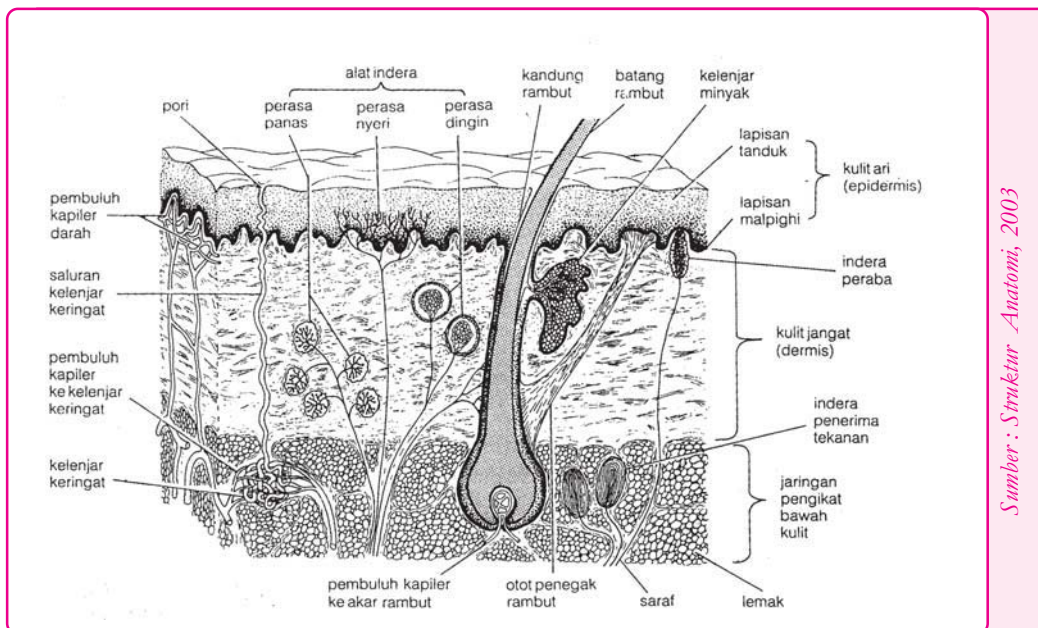
- Lapisan tanduk terdapat di bagian luar dan terdiri atas sel-sel mati, sehingga mudah mengelupas. Lapisan ini tidak mengandung pembuluh darah dan syaraf sehingga kalau terluka tidak mengeluarkan darah dan tidak sakit
- Lapisan malpigi, merupakan lapisan yang hidup. Lapisan ini mengandung pigmen yang berfungsi memberi warna kulit. Selain itu lapisan malpigi juga berfungsi melindungi kulit dari sengatan matahari yang berlebihan.

## 2) Kulit jangat

Pada kulit jangat terdapat bagian-bagian sebagai berikut:

- a) Pembuluh kapiler darah, berfungsi memberi makanan pada akar rambut
  - b) Kelenjar keringat. Kelenjar ini menghasilkan keringat yang selanjutnya diangkut melalui saluran keringat yang bermuara pada permukaan kulit
  - c) Kelenjar minyak, berfungsi menghasilkan minyak untuk meminyaki rambut supaya tidak kering.
  - d) Kantong rambut. Pada kantong rambut terdapat akar rambut dan batang rambut. Di dekat akar rambut terdapat otot penegang rambut. Jika kita merasa takut otot penegang rambut berkontraksi sehingga rambut menjadi tegak.
  - e) Ujung-ujung syaraf indera, terdiri atas indera perasa panas, dingin, nyeri dan peraba
- ## 3) Jaringan pengikat bawah kulit

Pada jaringan ini banyak mengandung lemak yang berfungsi sebagai makanan cadangan, penahan panas tubuh dan melindungi tubuh bagian dalam terhadap benturan dari luar. Berikut ini merupakan gambar penampang melintang kulit manusia:



Sumber : Struktur Anatomi, 2003

Gambar: 1.3 Struktur anatomi kulit



## Kegiatan Laboratorium

### Tujuan:

Untuk menyelidiki bagian-bagian kulit

### Alat dan Bahan :

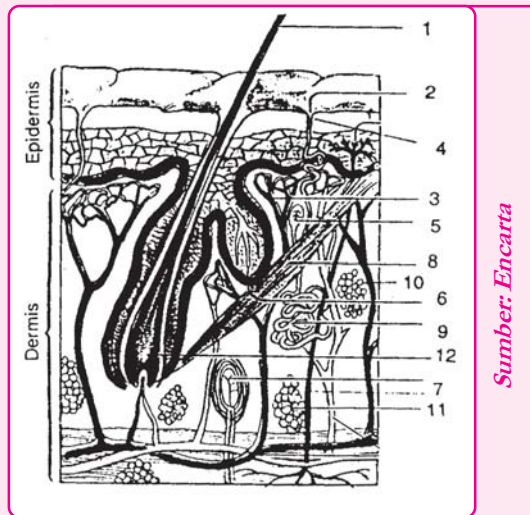
Model penampang kulit

### Langkah Kerja

Amatilah dan bandingkan gambar penampang kulit dengan model penampang kulit tersebut!

### Pertanyaan:

1. Bagian manakah yang berfungsi sebagai alat ekskresi? Apakah yang dikeluarkan oleh kulit?
2. Berilah nama bagian kulit yang ditunjukkan dengan nomor-nomor pada gambar!



Sumber: Encarta

### b. Fungsi Kulit

Setelah kamu mengetahui dan mempelajari bagian-bagian kulit maka sekarang kamu dapat mengetahui apa fungsi kulit itu. Fungsi kulit diantaranya sebagai berikut.

- a. Sebagai alat pengeluaran dengan keluarnya keringat yang mengandung garam-garam, amonia, urea, dan air.
- b. Pelindung tubuh seperti lapisan tanduk yang dapat mencegah masuknya bakteri. Kulit juga dapat melindungi dari benturan, zat kimia dan sinar ultra violet.
- c. Merupakan tempat indera peraba dan perasa dari panas, dingin, dan nyeri pada kulit.
- d. Tempat menyimpan cadangan makanan (lemak), sehingga mampu menjaga panas tubuh.
- e. Tempat pengubahan provitamin D menjadi vitamin D, yang dibantu oleh sinar ultra violet dari matahari yang berguna untuk menguatkan tulang.

- f. Sebagai pengatur suhu tubuh dan menjaga agar pengeluaran air tidak berlebihan. Bila suhu dingin maka pembuluh darah arteri di kulit akan menyempit dan rambut berdiri untuk mengurangi hilangnya panas. Sebaliknya bila suhu panas, maka pembuluh darah arteri di kulit akan melebar untuk mengeluarkan panas.

**c. Gangguan dan Penyakit kulit**

Kulit dapat mengalami beberapa penyakit dan gangguan. Beberapa penyakit dan gangguan kulit tersebut diantaranya:

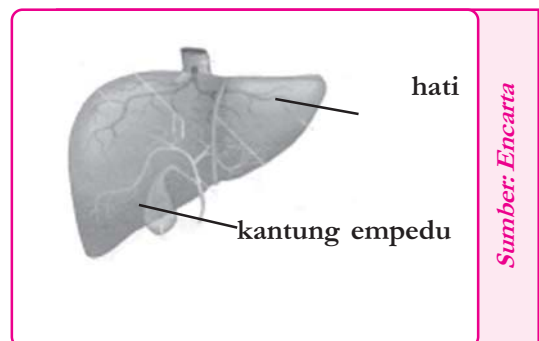
- Biduran, ada beberapa orang yang alergi terhadap udara dingin yang menyebabkan kulit menjadi gatal dan tubuh bengkak-bengkak dengan bentuk tidak teratur.
- Penyakit yang disebabkan oleh jamur atau bakteri misalnya: Kutu dan cacing, iritasi dan gatal pada kulit disebabkan oleh jamur parasit.
- Psoriasis, kemerahan dan bersisik pada kulit kepala, sikut, lutut dan punggung.
- Kanker kulit, disebabkan adanya mutasi menyebabkan gangguan pada kulit yang sensitif terhadap sinar matahari.

**Tugas Individu**

Amatilah warna kulit beberapa temanmu! Mengapa di antara teman-teman tersebut warna kulitnya berbeda-beda, seperti sawo matang, hitam, putih dan kuning?

**4. Hati**

Masih ingatkah kamu pada bab sistem pencernaan makanan, apakah hati itu? Coba kamu ingat! Perhatikanlah gambar hati di samping ini!



*Gambar: 1.4 Hati*

Mengapa hati dapat dikategorikan sebagai salah satu alat ekskresi? Coba kamu pikirkan!

Hati (*hepar*) merupakan kelenjar terbesar yang terletak di dalam rongga perut. Besarnya hampir sama dengan lambung bahkan lebih besar, beratnya sekitar 2 kg pada orang dewasa. Letaknya di rongga perut sebelah kanan tepatnya di bawah sekat rongga dada atau diafragma yang melebar dari sebelah kanan ke kiri sehingga menutupi sebagian lambung dan berwarna kecokelat-cokelatan. Hati sebagai alat ekskresi karena pada organ hati terdapat kantung empedu yang mengeluarkan cairan empedu ke dalam usus dua belas jari yang bermanfaat untuk pencernaan lemak.

Empedu merupakan cairan berwarna kuning kehijauan yang mengandung garam-garam empedu dan zat warna empedu (bilirubrin). Bilirubrin berasal dari hasil perombakan sel-sel darah merah yang membentuk urea dan dikeluarkan bersama-sama dengan empedu. Tahukah kamu apa itu urea? Urea berasal dari penguraian amonia dan karbon dioksida. Amonia ini merupakan zat yang sangat beracun bagi tubuh kita. Bagaimana kalau amonia ada di dalam tubuh dalam jumlah yang banyak? Di sinilah hati sangat berperan dalam mengubah amonia menjadi urea yang tidak beracun bagi tubuh kita.

Selain sebagai alat ekskresi, fungsi hati yaitu sebagai berikut.

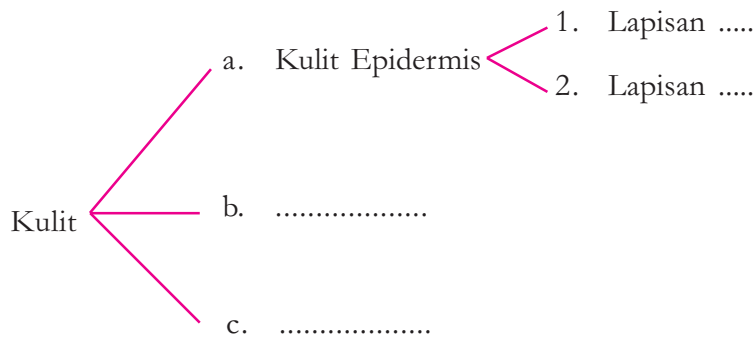
1. Mengatur kadar gula dalam darah.
2. Membunuh kuman dan menawarkan racun yang masuk ke dalam tubuh.
3. Tempat pembentukan provitamin A yang berasal dari buah-buahan yang berwarna merah kekuning-kuningan menjadi vitamin A.
4. Tempat pembongkaran sel darah merah (eritrosit) yang telah tua atau mati.
5. Tempat pembentukan dan pembongkaran protein.

Beberapa penyakit yang menyerang hati diantaranya adalah:

1. Hepatitis A dan hepatitis B, yaitu radang hati yang disebabkan oleh virus penyakit hepatitis.
2. *Shirrhosis*, merupakan keadaan jaringan hati yang menyusut. Penyakit ini menunjukkan gejala penyakit kuning dan meningkatkan kepekaan terhadap obat-obatan. Dapat disebabkan oleh hepatitis, bahan kimia tertentu dan alkohol.

## Evaluasi

1. Sebutkan alat-alat ekskresi manusia beserta zat-zat yang dikeluarkan!
2. Mengapa hati berperan sebagai organ ekskresi?
3. Jelaskan pembentukan urine pada manusia!
4. Mengapa jika seseorang berada di daerah pantai banyak berkeringat, tetapi sedikit buang air kecil?
5. Mengapa air kapur menjadi keruh bila kita meniupkan udara pernapasan ke dalamnya?
6. Lengkapilah bagan bagian-bagian kulit berikut ini, kemudian jelaskan bagian-bagian tersebut!



## B. Sistem Reproduksi Manusia

### Tujuan Sub Kompetensi

*Setelah mempelajari sub bab ini di harapkan kamu mampu mendiskripsikan sistem reproduksi dan penyakit yang berhubungan dengan sistem reproduksi manusia.*

Masih ingatkah kamu salah satu ciri dari makhluk hidup? Salah satunya yaitu mampu berkembang biak, yang merupakan upaya untuk melestarikan jenisnya. Untuk berkembang biak, manusia dengan cara reproduksi. Kamu pasti sudah mengetahui bahwa kita sebagai manusia memiliki salah satu jenis alat reproduksi yaitu jenis alat reproduksi laki-laki atau jenis alat reproduksi perempuan. Manusia yang sudah dewasa mampu menghasilkan sel kelamin. Pada laki-laki atau perempuan, kedewasaan terjadi pada usia belasan tahun. Pendewasaan secara biologis ini juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan, faktor lingkungan apa saja yang mempengaruhinya? Coba kamu pikirkan!

## 1. Struktur Organ Reproduksi Laki-laki

### a. Organ kelamin luar

- 1) Penis (Zakar)  
Penis merupakan bagian yang menonjol dari tubuh dan berisi jaringan, seperti busa yang memanjang serta berfungsi sebagai alat kopulasi yaitu alat untuk memasukkan sperma ke dalam tubuh wanita.
- 2) Skrotum (Kantong pelir)  
Skrotum merupakan suatu kantong yang membungkus testis dan berfungsi untuk mengatur temperatur proses spermatogenesis.

### b. Organ kelamin dalam

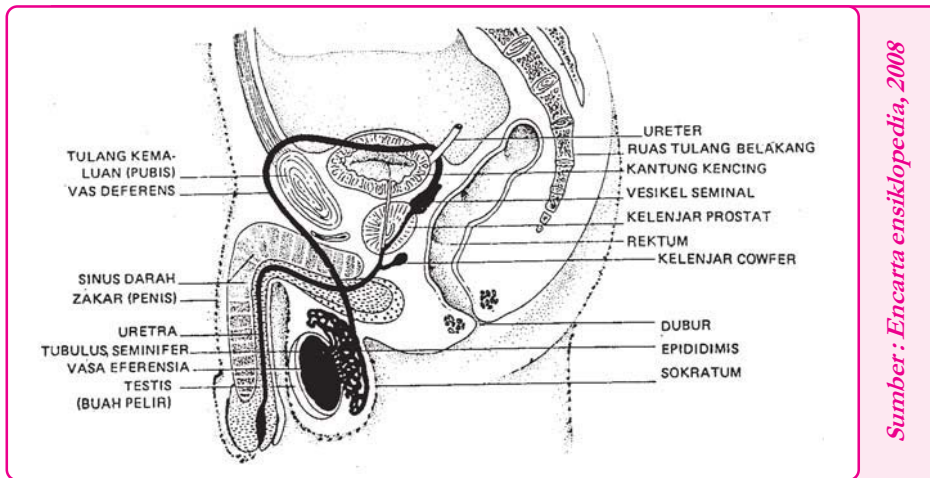
- 1) Testis (Buah pelir)  
Testis merupakan organ yang berbentuk bulat telur dan berjumlah sepasang yang berfungsi untuk memproduksi hormon testosteron dan sel sperma.
- 2) Epididimis  
Epididimis merupakan saluran panjang yang berkelok-kelok yang keluar dari testis yang berfungsi sebagai tempat menyimpan sperma untuk sementara waktu hingga masak.
- 3) Vas deferens  
Vas deferens merupakan saluran lurus panjang ke atas sebagai jalan sperma dari epididimis menuju kantong mani.
- 4) Vesica seminalis (kantong mani)  
Vesica seminalis merupakan kantong untuk menampung sperma matang yang pada dindingnya menghasilkan getah berwarna kuning untuk memberikan makanan pada sel sperma.
- 5) Kelenjar prostat  
Bagian ini menghasilkan kelenjar (getah) yang dialirkan ke saluran sperma.
- 6) Kelenjar Cowper (*Bulbo urethralis*)  
Bagian ini menghasilkan getah yang dialirkan ke uretra. Apabila kelenjar seminalis, kelenjar prostat dan kelenjar cowper bercampur dengan sperma maka disebut sebagai semen. Adapun ketiga kelenjar tersebut mempunyai fungsi untuk:
  - a) Memberi makanan sperma
  - b) Memberi suasana basa pada sperma
  - c) Memudahkan gerakan sperma
  - d) Membersihkan saluran keluar bagi sperma

7) Jaringan Erektile

Jaringan ini merupakan jaringan berongga yang banyak mengandung pembuluh darah sehingga jika terisi darah maka penis akan tegang atau mengencang yaitu membesar dan memanjang yang disebut dengan ereksi.

8) Uretra

Pada pria uretra merupakan saluran keluar untuk urine dan juga saluran keluar untuk sperma (proses ejakulasi).



Gambar: 1.4 Struktur organ reproduksi laki-laki

c. Fungsi Sistem Reproduksi Laki-laki

Secara sederhana fungsi organ sistem reproduksi pria dapat dijelaskan melalui ringkasan berikut.

No.	Organ	Fungsi
1.	Testis	Menghasilkan sperma melalui meiosis
2.	Skrotum	Tempat menyimpan testis
3.	Penis	Menyalurkan sperma ke dalam vagina
4.	Saluran sperma	Menyalurkan sperma dari testis ke uretra
5.	Uretra	Menyalurkan sperma dan urin ke luar tubuh
6.	Kelenjar Seminalis	Menghasilkan cairan agar sperma dapat bergerak





## Kegiatan Penyelidikan

Ambilah model alat reproduksi laki-laki di laboratorium sekolahmu, Kemudian pelajarilah bagian-bagian dari organ reproduksi laki-laki tersebut! Selidikilah apakah fungsi setiap organ-organ tersebut?

## 2. Struktur Organ Reproduksi Wanita

### a. Organ kelamin luar

#### 1. Vulva

Vulva merupakan celah paling luar dari alat kelamin wanita yang berlanjut berupa saluran ke dalam yang disebut Vagina atau liang peranakan.

Dinding vagina ini tersusun berlipat-lipat atau mempunyai selaput lendir (*bartholin*) yang berfungsi untuk mempermudah coitus maupun persalinan.

Pada bagian vagina ini dilapisi oleh selaput tipis atau yang disebut dengan selaput dara (*hymen*).

Saluran vagina mempunyai fungsi untuk :

- Saluran masuknya penis.
- Saluran keluarnya darah menstruasi.
- Saluran keluarnya bayi pada waktu persalinan.

#### 2. Klitoris (Kelentit)

Klitoris merupakan jaringan erektile kecil yang sensitif terhadap rangsangan seksual.

#### 3. Labium mayora (bibir besar)

Merupakan lapisan paling luar yang menutupi seluruh organ kelamin wanita.

#### 4. Labium minora (bibir kecil)

Merupakan lapisan yang menutupi saluran vagina.

#### 5. Uretra

Uretra adalah saluran yang letaknya pada organ kelamin tetapi hanya berfungsi untuk saluran keluar urine.

### **b. Organ kelamin dalam**

1) Cerviks (Leher rahim)

Cerviks ini merupakan batas vagina dengan rahim yang biasanya digunakan sebagai tempat meletakkan alat kontrasepsi KB.

2) Uterus (Rahim)

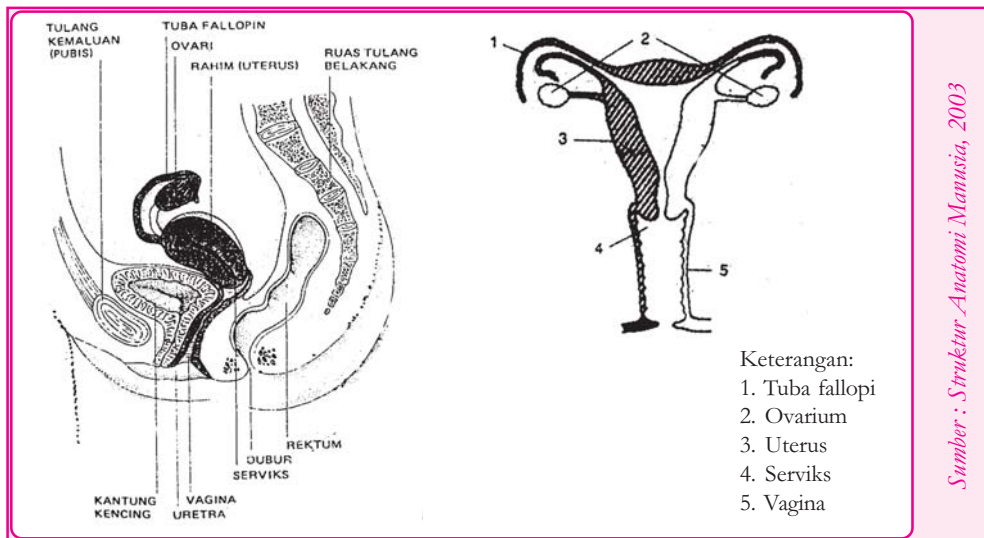
Uterus merupakan kantung peranakan yang berupa ruangan dengan bentuk seperti buah pir dengan tipe simpleks. Dinding uterus tersusun atas beberapa lapisan otot polos dan endometrium yang banyak mengeluarkan lendir dan terdapat pembuluh darah. Uterus ini berfungsi sebagai tempat pertumbuhan embrio selama  $\pm 280$  hari.

3) Oviduct/Tuba Falopii

Oviduct merupakan saluran telur yaitu sebagai tempat telur masak dan ovarium untuk menunggu sperma. Pada bagian pangkal terdapat corong yang berjumbai-jumbai (infundibulum) untuk menangkap ovum yang keluar dari ovarium.

4) Ovarium (Indung telur)

Ovarium merupakan organ yang berbentuk seperti telur di dalam rongga badan dekat pinggang yang berjumlah sepasang. Ovarium ini berfungsi untuk menghasilkan hormon progesteron dan estrogen serta menghasilkan ovum.



*Gambar 1. 5 Struktur Organ Reproduksi Wanita*

### c. Fungsi Sistem Reproduksi Wanita

Secara sederhana fungsi organ sistem reproduksi wanita dapat dijelaskan melalui ringkasan berikut

No.	Organ	Fungsi
1.	Ovarium	Menghasilkan sel telur
2.	Oviduk	Menyalurkan sel telur dari ovarium menuju uterus
3.	Uterus	Menjadi tempat pertumbuhan sel telur yang telah dibuahi
4.	Vagina	Menerima sel-sel sperma dan menjadi jalan lahirnya bayi

### 3. Penyakit Pada Sistem Reproduksi

Sebelum membahas penyakit pada sistem reproduksi, kerjakan terlebih dahulu tugas berikut ini!

#### Tugas Individu

Berkunjuglah ke dokter spesialis kelamin di kotamu, kemudian wawancarailah! Di antara pokok-pokok wawancara yang perlu kamu persiapkan yaitu:

1. Apakah macam-macam penyakit kelamin itu?
2. Bagaimana cara-cara penularannya?
3. Bagaimana cara mengatasi dan mengobati serta menghindarinya?

Penyakit dan kelainan-kelainan alat-alat genital dapat disebabkan oleh faktor lingkungan, virus, dan bakteri. Ada beberapa macam penyakit yang mengganggu pada sistem reproduksi, diantaranya:

#### a. *Gonorrhea*

Gonorrhea adalah salah satu jenis penyakit seksual menular atau yang biasa disebut penyakit kelamin.

##### Penularan

Penyakit ini menular melalui hubungan seks dengan orang yang mengidap gonorrhea. Penyakit ini disebabkan oleh bakteri *Neisseria gonorrhoe*.

##### Pencegahan

Untuk menghindari penularan melalui hubungan seks, maka pencegahan terbaik adalah dengan menghindari hubungan seks di luar nikah. Biasanya orang berusaha mengatasi masalah ini dengan menggunakan kondom. Cara ini pun tetap rentan terhadap terjadinya penularan.

### **b. Sifilis**

Jenis penyakit ini juga merupakan penyakit kelamin yang disebabkan oleh bakteri *Treponema pallidum*.

#### **Penularan**

Penyakit ini menular melalui hubungan seks dengan orang yang mengidap sifilis. Penyakit ini disebabkan oleh bakteri *Treponema pallidum*.

#### **Pencegahan**

Untuk menghindari penularan melalui hubungan seks, maka pencegahan terbaik adalah dengan menghindari hubungan seks di luar nikah. Biasanya orang berusaha mengatasi masalah ini dengan menggunakan kondom. Cara ini pun tetap rentan terhadap terjadinya penularan.

### **c. Herpes**

#### **Penularan**

Penyakit ini ditandai dengan munculnya bintik-bintik di permukaan penis pada laki-laki dan vulva pada wanita. Infeksi awal akan menghilang dalam beberapa hari, tetapi herpes biasanya kembali lagi dalam bentuk rasa panas dan gatal pada tempat yang terinfeksi yang mengandung luka. Herpes umumnya menular hanya kalau ada luka.

#### **Pencegahan**

Pencegahan dapat dilakukan dengan menghindari hubungan seks pada saat luka masih aktif. Orang biasanya meminimalkan resiko tertular dengan menggunakan kondom. Hingga kini belum ada penyembuhan atau vaksin yang efektif untuk melawan virus herpes. Herpes aktif dapat berakibat fatal terhadap bayi yang ada di kandungan. Dalam persentase banyak kasus, biasanya terjadi kebutaan dan kerusakan otak pada kelahiran bayi. Pada wanita herpes sering bersama-sama dengan penyakit lain, yaitu kanker cervix.

### **d. Endometriosis**

Penyakit ini sering dialami oleh wanita, terjadi akibat timbulnya selaput lender rahim (endometrium) di luar rahim, misalnya di rongga perut, paru-paru, otak, usus dan kandung kemih. Adanya endometrium menyebabkan darah menstruasi tak dapat keluar sehingga jumlahnya bertambah banyak dan menimbulkan kista, serta pelengketan dengan organ-organ di sekitar rahim. Apabila kondisi seperti itu dibiarkan akan dapat merusak alat reproduksi yang lain. Gejala yang dialami penderita endometriosis adalah nyeri waktu menstruasi (haid) dan nyeri perut dibarengi dengan mual, muntah, dan sakit

kepala. Pencegahan dapat dilakukan dengan melakukan pemeriksaan diri secara berkala ke dokter, membiasakan hidup sehat dan olah raga secara teratur.

## Evaluasi

---

1. Apakah fungsi ovarium dan testis?
2. Mengapa pada wanita terjadi periode monopause, sedangkan pada pria tidak terjadi periode habis sperma?
3. Jelaskan hormon-hormon yang berperan di dalam menstruasi?
4. Apabila terjadi kehamilan maka menstruasi tidak akan terjadi, apa sebabnya?
5. Bagaimana seharusnya memperlakukan penderita AIDS?

## Rangkuman

---

### A. Sistem Ekskresi Manusia

1. Alat-alat ekskresi manusia meliputi paru-paru, ginjal, hati dan kulit.
2. Paru-paru merupakan salah satu alat pernapasan, sekaligus sebagai alat ekskresi.
3. Manusia memiliki dua buah ginjal, yaitu terletak di sebelah kanan dan kiri pada ruas-ruas tulang pinggang di dalam rongga perut.
4. Beberapa penyakit dan gangguan pada ginjal antara lain: batu ginjal dan gagal ginjal.
5. Kulit merupakan alat ekskresi, selain itu juga berfungsi: pelindung tubuh, sebagai indera peraba dan perasa, tempat menyimpan cadangan makanan (lemak), tempat pengubahan provitamin D menjadi vitamin D, dan sebagai pengatur suhu tubuh.
6. Beberapa penyakit dan gangguan pada kulit antara lain: biduran, ringworm, infeksi pada kulit, kutu dan cacing, iritasi dan gatal pada kulit dan psoriasis serta kanker kulit.
7. Selain sebagai alat ekskresi, fungsi hati yaitu: mengatur kadar gula dalam darah, membunuh kuman dan menawarkan racun yang masuk ke dalam tubuh, tempat pembentukan provitamin A menjadi vitamin A, tempat pembongkaran sel darah merah (eritrosit) yang telah tua atau mati, dan tempat pembentukan dan pembongkaran protein.
8. Beberapa penyakit yang menyerang hati diantaranya: hepatitis A dan hepatitis B, dan shirrhosis.

## **B. Sistem Reproduksi Manusia**

1. Alat reproduksi wanita atau genitalia, dibagi dalam organ interna dan eksterna.
2. Genitalia eksterna, terdiri atas: labia mayora (bibir besar), labia minora (bibir kecil), klitoris (kelentit), himen (selaput dara, kelenjar vestibular mayor.
3. Genitalia interna, terdiri atas: vagina (saluran kelamin), uterus (rahim), tuba uteria (Fallop), dan Ovarium (indung telur)
4. Reproduksi laki-laki terdiri atas: testis, vesikula seminalis (kantong mani), kelenjar prostat, kelenjar bulbo-uretral (Cowper), uretra, dan penis.
5. Beberapa penyakit yang terdapat pada sistem reproduksi antara lain: Sifilis (Raja Singa), GO (Gonorrhea) atau kencing nanah, keputihan, herpes genitalis, kandidiasis, kista, dan kulit kelamin

## **Uji Kompetensi**

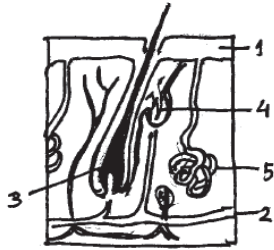
---

### **A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, atau d!**

1. Sisa-sisa metabolisme tubuh harus dikeluarkan dan dibuang, sebab bila tidak dibuang maka ....
  - a. zat sisa tersebut dapat menghilangkan nafsu makan
  - b. zat sisa tersebut akan meracuni tubuh
  - c. akan selalu merasa kenyang
  - d. zat sisa tersebut dapat menyebabkan tumor
2. Di bawah ini yang termasuk alat ekskresi pada manusia, kecuali ....
  - a. paru-paru
  - b. ginjal
  - c. kulit
  - d. jantung
3. Zat sisa yang dikeluarkan pada proses pernapasan adalah....
  - a. oksigen dan air
  - b. karbondioksida dan uap air
  - b. karbonmonoksida dan uap air
  - d. oksigen dan karbondioksida

4. Dalam keadaan normal, urine tidak mengandung zat ....
  - a. urea
  - b. glukosa
  - c. bilirubin
  - d. garam dapur
5. Pigmen yang menentukan warna kulit pada tubuh manusia terdapat pada ....
  - a. kulit jangat
  - b. lapisan tanduk
  - c. lapisan malpigi
  - d. jaringan ikat bawah

Soal untuk nomor 6-7 perhatikan gambar!



6. Bagian yang berhubungan dengan proses pengeluaran keringat ditunjukkan nomor ....
  - a. 2
  - b. 3
  - c. 4
  - d. 5
7. Kelenjar minyak adalah bagian yang bernomor ....
  - a. 1
  - b. 2
  - c. 3
  - d. 4
8. Sebagai alat ekskresi, paru-paru berfungsi ....
  - a. mengeluarkan uap air
  - b. mengeluarkan udara kotor
  - c. mengeluarkan  $\text{CO}_2$
  - d. mengeluarkan  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$
9. Berikut ini merupakan penyakit pada kulit *kecuali* ....
  - a. biduran
  - b. ringworm
  - c. chirrrosis
  - d. psoriasis
10. Apabila seseorang mengalami gangguan saluran empedunya tersumbat maka akan menyebabkan penyakit ....
  - a. Hepatitis A
  - b. Hepatitis B
  - c. Penyakit kuning
  - d. Diabetes melitus

11. Testis adalah alat kelamin laki-laki, testis ini menghasilkan.....
  - a. sperma, hormon dan enzim
  - b. sperma
  - c. air seni dan sperma
  - d. sperma dan hormon
12. Setelah masa pubertas anak laki-laki akan berubah suaranya, timbul kumis hal tersebut dipengaruhi oleh hormon ....
  - a. progesteron
  - b. adrenalin
  - c. testoteron
  - d. estrogen
13. Berikut ini nama-nama kelenjar kelamin khusus laki-laki, *kecuali* ....
  - a. vesikula seminalis
  - b. hipofisis
  - c. kelenjar cowper
  - d. testis

Untuk soal 14 dan 15 perhatikan gambar!



14. Tempat terjadinya pembuahan ditunjukkan nomor ....
 

a. 1	c. 3
b. 2	d. 4
15. Pertumbuhan embrio hingga menjadi fetus terjadi pada bagian ....
 

a. 1	c. 3
b. 2	d. 4
16. Kulit yang membungkus testis pada alat kelamin pria yang berupa tonjolan disebut ....
 

a. rektum	c. labia mayora
b. tabung pallupi	d. vas deferens



17. Saluran untuk menyalurkan sperma yang terletak di antara testis dan uretra adalah ....
- a. rektum
  - b. tabung fallopi
  - c. labia mayora
  - d. skortum
18. Penularan sifilis seperti di bawah ini, *kecuali* ...
- a. menerima transfusi darah dari penderita
  - b. berganti-ganti pasangan seksual
  - c. menggunakan toilet di tempat umum
  - d. menggunakan jarum suntik yang tidak steril
19. Berikut ini yang merupakan penyakit kelamin, *kecuali* ....
- a. raja singa
  - b. gonorrhea
  - c. keputihan
  - d. kanker payudara
20. Tempat pematangan dan penyimpanan spermatozoa adalah ...
- a. kelenjar prostat
  - b. vesikula seminalis
  - c. vas deferens
  - d. epididimis

### **B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut!**

1. Sebutkan bagian-bagian ginjal!
2. Mengapa warna urine kuning dan berbau khas?
3. Jelaskan perbedaan Diabetes mellitus dengan Diabetes insipidus!
4. Sebutkan tiga bagian utama kulit!
5. Jelaskan fungsi kelenjar minyak dan kelenjar keringat!
6. Mengapa keringat kita terasa asin?
7. Jelaskan apa saja fungsi kulit!
8. Jelaskan hubungan antara ginjal dengan kulit kaitannya dengan proses pengeluaran dari dalam tubuh!
9. Pada sistem reproduksi manusia, apa yang terjadi jika sel telur yang dihasilkan tidak dibuahi?
10. Sebutkan fungsi dari alat reproduksi berikut:
  - a. Testis
  - b. Vas deferens
  - c. Tuba fallopi
  - d. Ovarium

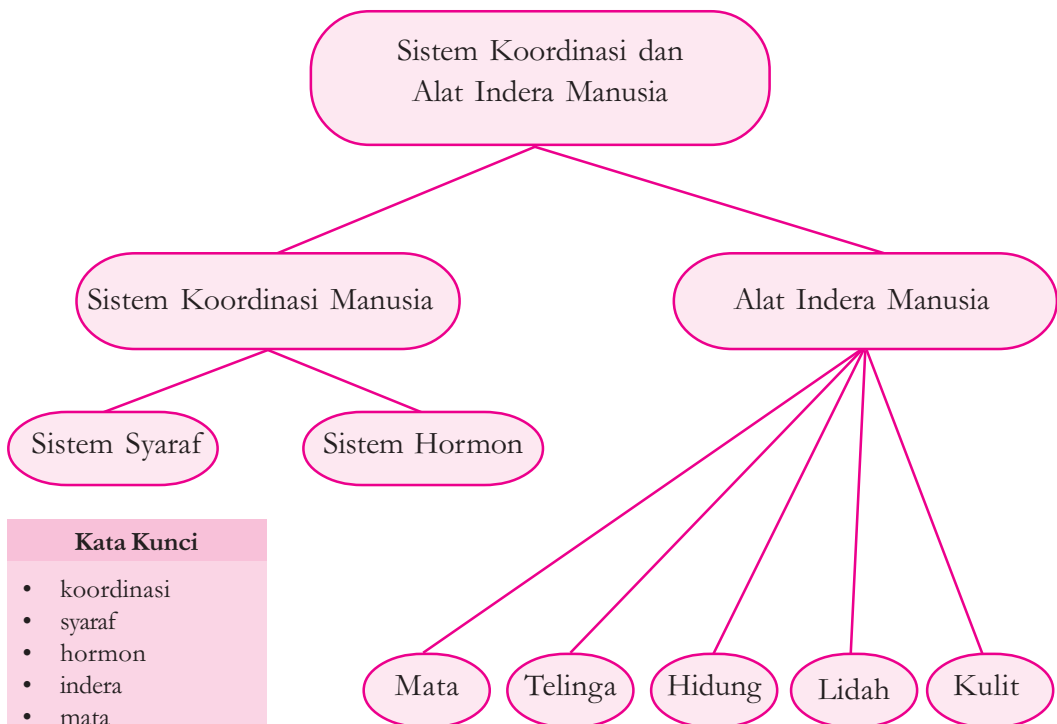
# Bab 2

## Sistem Koordinasi dan Alat Indera Manusia

### Tujuan Kompetensi

Setelah mempelajari bab ini diharapkan Kamu mampu memahami berbagai sistem dalam kehidupan manusia.

Untuk mengetahui garis besar bab ini, kamu perhatikan peta konsep di bawah ini!



### Kata Kunci

- koordinasi
- syaraf
- hormon
- indera
- mata
- telinga
- lidah
- hidung
- kulit

Cobalah kamu amati di sekolahmu ada siswa, guru, tata usaha, dan penjaga. Dari masing-masing bagian itu harus ada yang memimpin yaitu kepala sekolah untuk mengatur, mengendalikan dan mengkoordinasi kerja sama dari masing-masing bagian agar saling bekerja sama dan saling membantu dalam menjalankan tugasnya.

Bagaimana dengan sistem organ kita? Masih ingatkah kamu pelajaran mengenal sistem gerak, sistem pencernaan, sistem pernapasan, dan sistem transportasi? Pernahkah kamu berpikir sebagaimana seluruh sistem organ ini dapat bekerja secara bersamaan dan begitu teratur? Apakah ada yang mengatur, mengendalikan dan mengkoordinasi organ tubuh kita secara keseluruhan? Cobalah kamu amati dan perhatikan diri kita sendiri. Pernahkah kamu berpikir siapakah yang mengatur waktu kita bernapas, kecepatan denyut jantung kita, gerakan lambung, gerak reflek kita bila terkena api, es, bila dicubit? Mari kita pelajari bersama!

Dalam kehidupan kita agar dapat berjalan dengan normal, ada keserasian kerja dari sistem organ. Untuk menciptakan keserasian kerja tersebut perlu adanya suatu sistem yang berperan sebagai pengatur dan pengendali fungsi kerja alat tubuh, sistem ini dinamakan sistem koordinasi.

## A. Sistem Koordinasi Pada Manusia

### Tujuan Sub Kompetensi

*Setelah mempelajari sub bab ini diharapkan kamu mampu mendeskripsikan sistem koordinasi pada manusia serta hubungannya dengan kesehatan.*

Sistem koordinasi meliputi sistem syaraf dan sistem hormon. Tubuh manusia diatur oleh sistem syaraf dan sistem hormon. Bagaimanakah sistem syaraf dan sistem hormon mengatur tubuh kita? Perhatikanlah pembahasan berikut ini!!

### 1. Sistem Syaraf Manusia

Bagaimanakah fungsi dari sistem saraf? Coba lakukan penyelidikan berikut ini!



### Kegiatan Penyelidikan

Apabila kamu sedang di rumah, ibumu sedang memasak, akan tercium bau sedap. Apakah kamu akan merespon bau tersebut dan bagaimana reaksimu? Buatlah kesimpulanmu!

Sistem syaraf berfungsi mengatur dan mengendalikan seluruh aktivitas tubuh. Syaraf pada manusia mempunyai tiga fungsi utama yaitu sebagai alat komunikasi, sebagai pengatur(pengendali) dan sebagai pusat pengendali tanggapan (suatu reaksi).

#### **a. Fungsi utama sistem syaraf**

Sistem syaraf memiliki tiga fungsi utama, yaitu:

1. Menerima informasi dalam bentuk rangsangan atau stimulus.
2. Memproses informasi yang diterima.
3. Memberi tanggapan (respon) atau reaksi terhadap rangsangan.

#### **b. Sel syaraf (Neuron)**

Unit terkecil penyusun sistem syaraf adalah sel syaraf (neuron). Sel syaraf terdiri dari 3 bagian utama, yaitu:

1. Badan sel syaraf

Badan sel syaraf mengandung inti sel dan sitoplasma. Di dalam sitoplasma terdapat mitokondria yang berfungsi membangkitkan energi untuk membawa rangsangan.

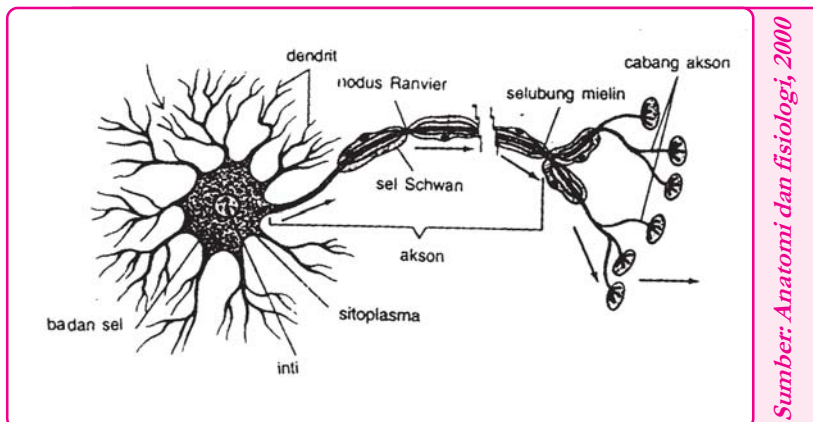
2. Dendrit

Dendrit adalah serabut-serabut yang berupa tonjolan sitoplasma, yang merupakan percabangan dari badan sel syaraf. Pada umumnya sel syaraf memiliki lebih dari satu dendrit.

3. Akson

Akson berupa serabut tunggal yang merupakan penjururan panjang dari sitoplasma dari badan sel syaraf.

Bagian-bagian dari sebuah sel syaraf dapat dilihat seperti pada gambar berikut ini:



*Gambar: 2.1 Sel syaraf*

### *c. Macam sel syaraf (neuron)*

Berdasarkan fungsinya, sel syaraf dibedakan menjadi 3, yaitu:

- a. Sel syaraf sensorik (neuron sensorik)  
Sel syaraf sensorik berfungsi membawa impuls (rangsang) dan menerima rangsang atau reseptor ke pusat syaraf, yaitu otak dan sumsum tulang belakang.
- b. Sel syaraf motorik (neuron motorik)  
Sel syaraf motorik berfungsi membawa impuls dari pusat syaraf menuju ke otot atau kelenjar.
- c. Sel syaraf perantara (neuron konektor)  
Sel syaraf perantara (neuron konektor) banyak terdapat di otak dan sumsum tulang belakang.



### *Kegiatan Laboratorium*

#### **Tujuan:**

Membedakan bentuk dan fungsi sel syaraf sensoris, sel saraf motoris dan sel syaraf konektor.

#### **Alat dan Bahan:**

1. Gambar sel syaraf sensoris
2. Gambar sel syaraf motoris
3. Gambar sel saraf konektor:

#### **Langkah Kerja:**

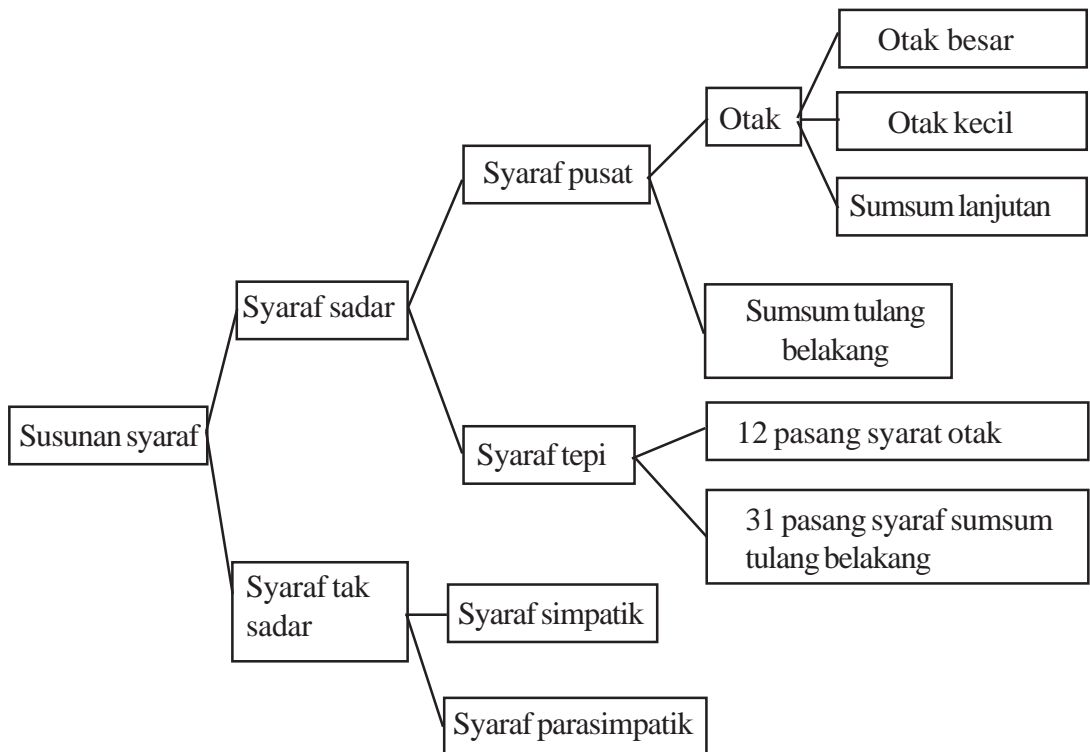
1. Berdasarkan gambar di atas, buatlah identifikasi perbedaan ketiganya!
2. Apakah fungsi masing-masing sel syaraf?

### *d. Sistem syaraf*

Sistem syaraf pada manusia dibedakan menjadi 2 macam, yaitu:

- a. Sistem syaraf sadar yang meliputi sistem syaraf pusat dan sistem syaraf tepi.
- b. Sistem syaraf tak sadar yang meliputi sistem syaraf simpatik dan sistem syaraf parasimpatik.

Berikut adalah skema sistem syaraf pada manusia:



### 1) *Sistem syaraf sadar*

Sistem syaraf sadar mengatur segala aktivitas tubuh sesuai dengan kehendak kita. Sistem syaraf sadar terdiri dari sistem syaraf pusat dan sistem syaraf tepi.

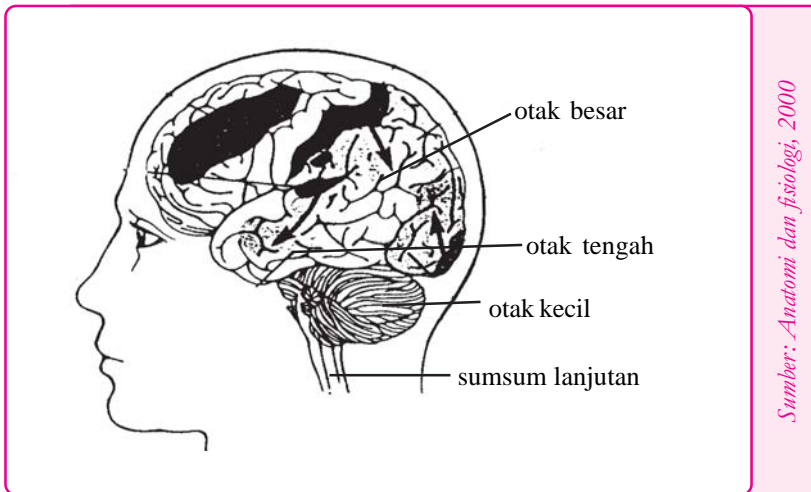
#### a) Sistem syaraf pusat

Sistem syaraf pusat terdiri dari otak dan sumsum tulang belakang.

##### (1) Otak

Otak merupakan pusat koordinasi dalam tubuh yang dilindungi oleh tulang tengkorak. Pertumbuhan otak lebih baik daripada sumsum tulang belakang. Perbandingan volume antara otak dan sumsum tulang belakang berkaitan dengan kecerdasan.

Perhatikan gambar struktur otak manusia berikut ini.



*Gambar: 2.2 Struktur otak*

Otak, selain dilindungi tulang tengkorak yang kuat, juga dilindungi oleh selaput meninges yang terdiri atas tiga lapisan, yaitu:

- 1) **Lapisan durameter**, yaitu lapisan yang paling luar yang sering disebut lapisan keras/kuat dan melekat pada tulang tengkorak.
- 2) **Lapisan piameter**, yaitu lapisan yang paling dalam yang sering disebut lapisan lunak dan melekat pada permukaan otak.
- 3) **Lapisan arachnoid**, yaitu lapisan tengah yang berbentuk seperti sarang laba-laba. Terletak antara lapisan durameter dan lapisan piameter.

Di antara selaput arachnoid dengan selaput piameter terdapat rongga yang berisi cairan cerebrospinal. Cairan tersebut merupakan pelindung otak bila terjadi benturan. Otak manusia terdiri dari otak besar (cerebrum), otak kecil (cerebellum) dan sumsum tulang belakang (medula oblongata). Berikut akan diuraikan satu persatu.

(a) Otak besar (*Cerebrum*)

- Otak besar manusia mempunyai permukaan yang berlipat-lipat dan mengandung ratusan juta sel syaraf.
- Otak besar memiliki 2 belahan, yaitu belahan kanan dan belahan kiri.
- Otak besar belahan kanan bertugas mengatur kegiatan tubuh bagian kiri, sedangkan otak besar belahan kiri bertugas mengatur kegiatan alat tubuh bagian kanan

- Fungsi otak besar:
  1. otak besar bagian belakang merupakan pusat penglihatan
  2. otak besar bagian samping, merupakan pusat pendengaran
  3. otak besar bagian tengah merupakan pusat pengaturan kulit dan otot yang berhubungan dengan rangsang kecerdasan, ingatan, kemauan dan sikap.

Kerusakan pada bagian ini akan mengakibatkan hilangnya daya ingat dan hilangnya sebagian saluran kemampuan bicara.

(b) Otak kecil (*Cerebellum*)

- Otak kecil terletak di bawah bagian belakang otak besar.
- Otak kecil berfungsi mengkoordinasikan gerakan tubuh dan sebagai pusat keseimbangan tubuh.

(c) Otak tengah

- Otak tengah terletak di depan otak kecil.
- Bagian atas otak tengah merupakan reflek mata dan pusat pendengaran, sedangkan hipotalamus merupakan pusat pengaturan suhu tubuh, rasa lapar (selera makan) dan keseimbangan cairan tubuh.

(d) Sumsum lanjutan (*Medulla oblongata*)

- Sumsum lanjutan menghubungkan sumsum tulang belakang dengan otak.
- Fungsi sumsum lanjutan adalah:
  1. Pusat pengatur pernapasan.
  2. Pusat pengatur denyut jantung.
  3. Pusat pengatur pelebaran dan penyempitan pembuluh darah.
  4. Pusat pengatur tekanan darah.
  5. Pusat pengatur gerak alat pencernaan.
  6. Pusat pengatur kegiatan tubuh yang tidak disadari.

(e) Sumsum tulang belakang (*Medulla spinalis*)

Fungsi sumsum tulang belakang adalah:

1. Mengantar impuls syaraf dari dan ke otak.
2. Mengatur gerak refleks.

**b) Sistem syaraf tepi**

- Sistem syaraf tepi tersusun atas syaraf-syaraf yang tersebar di tepi seluruh tubuh. Sistem syaraf tepi menghubungkan antara sistem syaraf pusat dengan organ-organ tubuh. Pangkal sistem syaraf tepi adalah di otak dan sumsum tulang belakang.



- Sistem syaraf tepi terdiri dari:
  - a) Dua belas (12 pasang) serabut syaraf yang keluar dari otak menuju alat indera, otot dan kelenjar
  - b) Tiga puluh satu (31 pasang) syaraf yang keluar sumsum tulang belakang menuju alat-alat gerak tubuh
- Syaraf yang keluar dari otak disebut syaraf kranial, sedangkan syaraf yang keluar dari sumsum tulang belakang disebut syaraf tepi.

### Tugas Kelompok

#### Tujuan:

Membedakan fungsi otak besar, otak kecil, sumsum lanjutan dan sumsum belakang.

#### Petunjuk

- 1) Berikut ini data A tentang susunan sistem saraf pusat dan data B fungsinya.
- 2) Berdasarkan data tersebut, jodohkan antara data A dan data B yang sesuai!

Data A :	Data B :
1. Otak besar	a. Mengatur keseimbangan tubuh dan koordinasi gerak
2. Otak kecil	b. Sebagai pusat gerak refleks, dan penghubung pesan dari dan ke otak atau mengantar pesan sensoris dari indra ke otak dan mengantar pesan motoris dari otak ke otot tubuh.
3. Sumsum lanjutan	c. Berfungsi untuk berpikir, pusat kesadaran dan kemauan, pusat penglihatan, pusat ingatan, pusat mendengar, dan pusat membau.
4. Sumsum tulang belakang	d. Mengatur denyut jantung, kecepatan pernapasan, tekanan darah atau pelebaran dan penyempitan pembuluh darah, serta suhu tubuh.

### 2) Sistem syaraf tak sadar (syaraf otonom)

Susunan syaraf tak sadar mengatur kerja organ tubuh yang tidak kita sadari. Susunan syaraf tak sadar terdiri atas susunan syaraf simpatik dan para simpatik. Fungsi susunan syaraf simpatik berlawanan dengan parasimpatik. Berikut perbedaan fungsi sistem syaraf simpatik dengan parasimpatik:

No	Sistem syaraf simpatik	Sistem syaraf parasimpatik
1.	Mempercepat denyut jantung	Memperlambat denyut jantung
2.	Memperlebar pembuluh darah	Mempersempit pembuluh darah
3.	Mengerutkan kura	Memperbesar kura
4.	Mempertinggi tekanan darah	Mengurangi tekanan darah

#### e. Gerak biasa dan gerak refleks

- Gerak biasa atau gerak sadar ialah gerak yang timbul karena adanya perintah dari pusat ke otak. Contoh; menendang bola, mengambil pensil dan lain-lain.
  - Proses terjadinya gerak biasa adalah:  
Rangsang diterima oleh indera, kemudian rangsang dibawa oleh urat syaraf sensorik menuju ke otak. Di dalam otak rangsang tersebut diolah. Tanggapan dari otak dibawa oleh urat syaraf motorik menuju ke otot atau kelenjar.
  - Jalannya rangsang pada gerak biasa:

Rangsang → urat syaraf sensorik → otak → urat → syaraf → motorik → gerak

- Gerak refleks atau gerak tak sadar
  - Gerak refleks adalah gerak yang timbul secara tiba-tiba
  - Gerak refleks tanpa disadari dan tidak dapat dicegah
  - Contohnya, waktu kita terkena api, maka dengan cepat tangan kita akan tersentak

Proses terjadinya gerak refleks:

Gerak refleks terjadi karena adanya rangsang yang dibawa oleh urat syaraf sensorik, kemudian melalui neuron perantara disampaikan kepada urat syaraf motorik. Urat syaraf motorik menyampaikan kepada otot melakukan gerakan.

Rangsang → Urat syaraf sensorik → neuron perantara → urat syaraf motorik → gerak

## Tugas Kelompok

Perhatikan tabel berikut, kemudian lengkapilah!

No	Fungsi Saraf Simpatik	Fungsi Saraf Parasimpatik
1.	Mempercepat denyut jantung	1. Memperlambat denyut jantung
2.	Memperlebar pembuluh darah jantung dan otot	2. Mempersempit pembuluh darah jantung dan otot
3.	.....	3. ....
4.	.....	4. ....

## Tugas Individu

Berdasarkan alur pesan pada kedua gerak di atas, jawablah pertanyaan berikut ini!

1. Apakah perbedaan alur pesan yang ditempuh pada gerak biasa dengan gerak refleks?
2. Di manakah letak saraf konektor?
3. Apakah yang dimaksud gerak biasa dan gerak refleks?
4. Berikan beberapa contoh gerak biasa dan gerak refleks!
5. Adakah manfaat gerak refleks bagi tubuh? Jelaskan!

## 2. Sistem Hormon

**Hormon** adalah getah yang dihasilkan oleh **kelenjar endokrin**, yang bekerja menggiatkan/merangsang aktivitas metabolisme dalam tubuh. Kelenjar endokrin disebut juga kelenjar buntu, yaitu kelenjar yang menghasilkan hormon yang langsung diedarkan darah.

### a. Kelenjar Hipofisis

- Terdapat dalam lekukan tulang sela tursika di bagian tengah tulang baji
- Disebut juga "*Master of glands*", karena berperan sebagai pengatur hormon lain.
- Terdiri atas 3 bagian, yaitu:
  - 1) Bagian depan (lobus anterior), menghasilkan hormon
    - Adenotrop, mempengaruhi pekerjaan kelenjar anak ginjal
    - Tiotrop, mempengaruhi pekerjaan kelenjar gondok
    - Prolaktin atau Laktogen, mempengaruhi kelenjar air susu

- Paratirotrop, mempengaruhi kelenjar anak gondok
- Gonadotrop, mempengaruhi kelenjar kelamin (gonad).
- 2) Bagian tengah (*Lobus intermedia*), menghasilkan hormon Melanotropin dan Intermedia, merangsang melanosit, yaitu sel-sel yang mengandung pigmen.
- 3) Bagian belakang (*Lobus posterior*) menghasilkan hormon:
  - Pituitrin atau Oksitosin, membantu proses kelahiran bila ada gangguan tertentu.
  - Pitresin atau Vasopresin mempertinggi tekanan darah
  - Antidiuretik, merangsang reabsorpsi air dalam pembuluh ginjal

**b. Kelenjar Epifisis**

- Terdapat dalam tengkorak
- Hormon yang dihasilkan dan apa pengaruhnya belum diketahui

**c. Kelenjar Gondok (Tiroid)**

- Terdapat pada tulang leher bagian depan, dibawah jakun
- Menghasilkan hormon tiroksin yang berpengaruh terhadap basal metabolisme tubuh.
- Kelebihan hormon menimbulkan Hipermetabolisme (Morbus basedowi), dengan tanda-tanda: gugup, nadi dan nafas tidak teratur, mulut ternganga, dan mata lebar (Eksoflatamus).
- Kekurangan hormon ini menyebabkan terhentinya pertumbuhan (Kretinisme/kerdil).

**d. Kelenjar Kacangan (Timus)**

- Penimbun hormon somatotrop (hormon pertumbuhan).
- Berfungsi hanya pada masa pertumbuhan (waktu remaja), setelah dewasa tidak berfungsi.
- Bila kekurangan, menyebabkan pertumbuhan badan terhenti (gejala kretinisme/kekerdilan), sedang bila kelebihan, menyebabkan pertumbuhan raksasa (Gigantisme).
- Bila sudah dewasa tetap berfungsi mengakibatkan Akromegali, yaitu pertumbuhan ujung-ujung tulang pipa ke arah samping.

**e. Kelenjar Anak Gondok (Paratiroid)**

- Mengatur kadar kalsium dalam darah dan metabolisme kalsium dalam jaringan.
- Meningkatkan kadar Ca dan menurunkan kadar fosfat dalam darah.

#### **f. Kelenjar Anak Ginjal (Adrenal)**

Terdiri atas 2 bagian, yaitu :

1) Bagian Korteks:

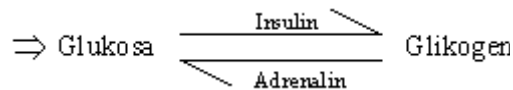
- Menghasilkan hormon kortin (kortin dan deoksikortin)
- Kekurangan hormon ini menimbulkan penyakit Addison, yaitu kulit menjadi merah dan selalu menimbulkan kematian

2) Bagian Medulla:

- Menghasilkan hormon adrenalin, yang bekerjanya antagonis dengan hormon insulin di hati (yaitu mengatur kadar gula dalam darah supaya tetap  $\pm 0,1\%$ )
- Berfungsi untuk menimbulkan semangat, menaikkan tekanan darah, mempercepat denyut jantung, dan mengemat aktivitas intstin.
- Hormon adrenalin disebut juga hormon kerja/semangat.

#### **g. Kelenjar Langerhans**

- Terletak di pankreas, menghasilkan hormon insulin yang bekerjanya antagonis dengan hormon adrenalin di hati.



- Bila kekurangan insulin menyebabkan kadar glukosa dalam darah tetap tinggi, menimbulkan penyakit gula (Diabetes melitus).

#### **h. Kelenjar Usus dan Lambung**

Menghasilkan beberapa hormon, yaitu :

- Hormon gastrin, merangsang sekresi getah lambung
- Hormon sekretin, merangsang sekresi getah pankreas dan empedu
- Hormon kolesistokinin, mempengaruhi kontraksi dan mengosongkan kantong empedu.

#### **i. Kelenjar Kelamin**

Terdiri atas :

1) Pada pria :

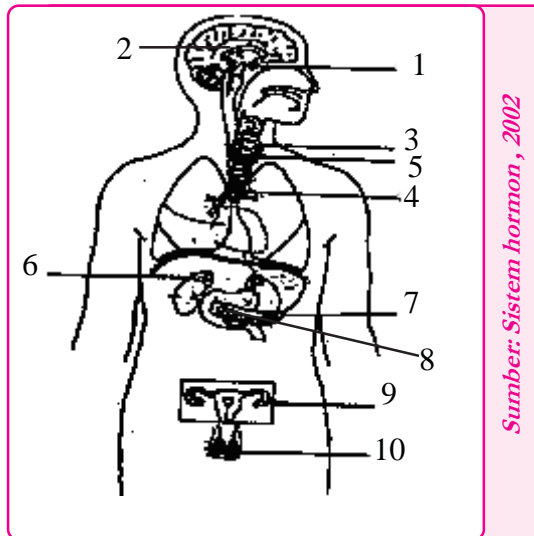
- Terletak dalam Testis yang menghasilkan hormon Testosteron.
- Berfungsi mempengaruhi sifat-sifat kelamin sekunder pria, seperti: suara besar, dada bidang, tumbuh jambang dan janggut.

2) Pada wanita :

Terletak pada Ovarium yang menghasilkan:

- Hormon Estradiol: bekerja sebelum ovulasi, mempengaruhi masaknya sel telur dan pertumbuhan alat kelamin.
- Hormon Progesteron: bersama estradiol mempengaruhi pertumbuhan uterus dan merangsang pembentukan air susu.
- Hormon Relaksin: mempengaruhi pengendoran otot peranakan dan memudahkan kelahiran.

### Macam kelenjar berdasar lokasinya:

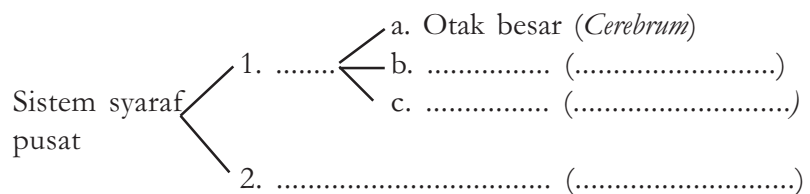


Keterangan :

1. Kelenjar hipofisis
2. Kelenjar epifisis
3. Kelenjar tiroid
4. Kelenjar timus
5. Kelenjar paratiroid
6. Kelenjar adrenal
7. Kelenjar langerhans
8. Kelenjar usus dan lambung
9. Kelenjar kelamin pada ovarium
10. Kelenjar kelamin pada testis

### Evaluasi

1. Apakah pengaruh obat-obatan terhadap sistem syaraf?
2. Mengapa narkoba sangat dilarang?
3. Apakah efek-efek yang ditimbulkan dari pemakaian obat-obatan secara terus-menerus?
4. Lengkapi bagan di bawah ini!



5. Isilah tabel di bawah ini!

No	Nama Kelenjar	Hormon	Lokasi	Pengaruh
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

## B. Alat Indra Manusia

### Tujuan Sub Kompetensi

*Setelah mempelajari sub bab ini diharapkan kamu mampu mendeskripsikan alat indera pada manusia dan hubungannya dengan kesehatan.*

Dalam kehidupan sehari-hari, manusia selalu berhubungan dengan dunia di luar dirinya. Untuk berhubungan dan mengetahui apa yang terjadi di luar tubuh, manusia dilengkapi dengan indra. Indra merupakan suatu alat tubuh yang peka terhadap rangsangan tertentu. Indra ini berfungsi sebagai reseptor terhadap rangsangan dari lingkungannya, sehingga kamu dapat menikmati indahnya pemandangan alam, merdunya kicauan burung, dan lezatnya suatu masakan. Manusia memiliki lima indra yaitu mata, telinga, hidung, lidah, dan kulit yang disebut panca indera. Masing-masing indra mempunyai fungsi tertentu dan peka terhadap rangsangan tertentu.

Dalam menjalankan fungsinya, indra melibatkan serabut syaraf dan sistem saraf pusat. Rangsangan yang diterima indra oleh serabut syaraf akan disampaikan ke sistem syaraf pusat untuk diterjemahkan sehingga manusia mampu mengenali apa yang terjadi di sekitarnya. Karena itu indra merupakan alat pengenal dunia luar. Untuk lebih jelasnya, kutilah pembahasan berikut ini!

## 1. Mata

### a. Struktur mata

Mata terdiri dari bagian-bagian:

#### 1) Otot penggerak mata

Otot ini dapat menggerakkan bola mata ke segala arah. Apabila salah satu otot penggerak tidak berfungsi, mata kita menjadi juling.

#### 2) Selaput (dinding) bola mata

Dinding bola mata berfungsi sebagai pelindung bola mata. Dinding bola mata terdiri dari 3 lapisan, yaitu:

##### a) Lapisan luar/selaput luar

Lapisan ini bersifat tembus cahaya (transparan), disebut kornea atau selaput bening. Fungsi kornea untuk meneruskan cahaya ke dalam bola mata. Lapisan luar bagian samping dan belakang bola mata berwarna putih, disebut sklera.

##### b) Lapisan tengah/(Lapisan koroid atau selaput jala)

Di bagian depan, yakni di belakang kornea selaput ini berubah menjadi selaput pelangi atau iris. Disebut pelangi, karena warna dan bagian inilah yang menentukan warna mata. Di tengah selaput pelangi terdapat lubang cahaya yang masuk ke mata, sedang iris mengatur jumlah cahaya yang masuk ke mata dengan cara mengubah ukuran pupil.

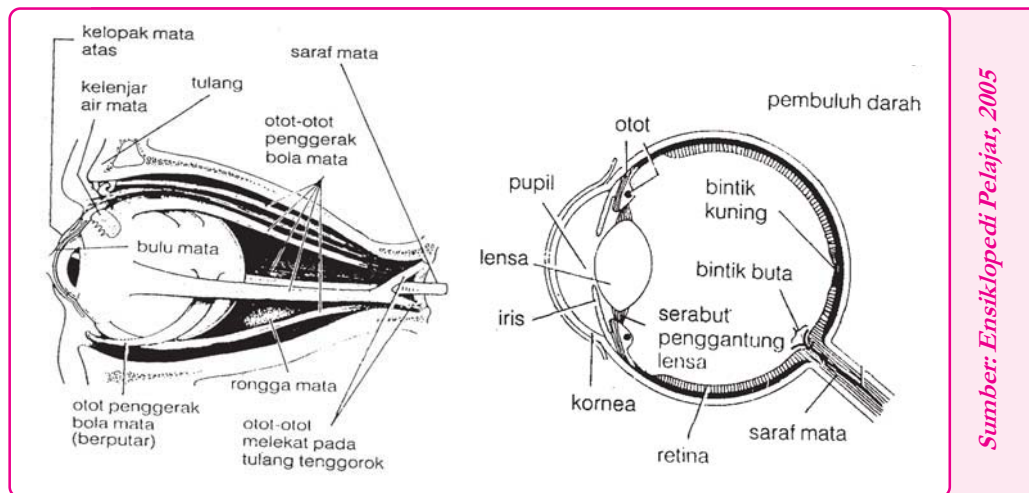
##### c) Lapisan dalam (Retina mata)

Retina banyak mengandung sel-sel yang sensitif terhadap cahaya dan mengandung syaraf penglihatan. Ada 2 macam sel reseptor, yaitu berbentuk batang yang peka terhadap cahaya redup, sehingga tidak dapat membedakan warna. Yang kedua adalah berbentuk kerucut, yang peka terhadap cahaya kuat, sehingga dapat membedakan warna. Di retina terdapat bintik kuning, yang peka terhadap cahaya, banyak mengandung sel-sel berbentuk kerucut. Selain itu, juga terdapat bintik buta, yang tidak memiliki sel-sel reseptor. Jika bayangan jatuh di bintik buta maka benda tidak dapat dilihat.

#### 3) Lensa mata

Lensa mata terletak di belakang pupil mata, berbentuk bikonveks (cembung muka dan belakang). Kemampuan lensa mata untuk memipih dan mencembung disebut daya akomodasi. Dengan cara lensa mata memipih dan mencembung itulah cahaya diatur masuk ke mata.





Gambar: 2.4 Struktur mata manusia beserta bagian-bagiannya

### b. Proses Melihat Benda

Benda-benda di luar mata mengirimkan cahaya masuk dalam mata dengan menembus kornea, aqueous humor, melalui pupil, lensa kristalina, vitreous humor → setelah mengalami beberapa kali pembiasan, sampailah pada retina (sebagai layar penangkap bayangan, bayangan pada retina terbalik dan lebih kecil) bayangan tersebut dikirim ke pusat penglihatan (otak) melalui saraf optik di otak (*lobus opticus*), bayangan tersebut diartikan kita dapat melihat benda tersebut

### Tugas Kelompok

Pernahkan kamu menggunakan kamera? Apakah cara kerja kamera sama dengan cara kerja mata? Jika kamera kamu bongkar, perhatikan dan amatilah! Apakah susunan kamera dengan susunan bagian-bagian bola mata hampir sama? Kemudian lengkapi tabel di bawah ini!

No	Mata	Kamera
1	Lapisan koroid	Lapisan bercat hitam
2	Retina	.....
3	.....	Diafragma
4	Lensa	.....

### ***c. Gangguan Penglihatan***

- 1) Miopi (Rabun jauh)  
Miopi adalah gangguan penglihatan dimana seseorang tidak dapat melihat dengan jelas benda yang jauh, karena lensa mata terlalu cembung, sehingga bayangan jatuh di depan retina. Miopi ditolong dengan kaca mata berlensa cekung.
- 2) Hipermetrop (Rabun dekat)  
Hipermetrop adalah gangguan penglihatan dimana seseorang tidak dapat melihat dengan jelas benda yang letaknya dekat. Hal ini disebabkan lensa mata terlalu pipih, sehingga bayangan jatuh di belakang retina. Hipermetrop ditolong dengan kaca mata berlensa cembung.
- 3) Presbiopi  
Presbiopi adalah gangguan penglihatan yang disebabkan otot penggerak lensa mata telah mengendur, sehingga daya akomodasi berkurang. Biasanya di derita oleh orang berusia lanjut. Dibantu dengan kaca mata berlensa rangkap, yaitu lensa cekung di bagian atas untuk melihat benda yang letaknya jauh dan lensa cembung di bagian bawah untuk melihat benda yang letaknya dekat.
- 4) Katarak  
Merupakan gangguan pada lensa mata yang menjadi keruh, kabur, buram, dan tidak elastis akibat pengapuran sehingga daya akomodasi berkurang dan cahaya terhalang untuk masuk ke selaput jala (retina)
- 5) Buta warna  
Apabila seseorang menderita buta warna, maka orang tersebut akan sulit membedakan warna-warna tertentu seperti merah, hijau dan biru, karena adanya kerusakan sel batang yang tidak dapat menangkap sinar merah, hijau atau biru.
- 6) Juling  
Juling disebabkan karena tidak seerasinya (seimbang) kerja otot-otot penggerak bola mata kiri dan kanan. Gangguan ini dapat diatasi dengan operasi otot-otot mata



## *Kegiatan Laboratorium*

### **Tujuan:**

Menyelidiki adanya bintik buta pada mata.

### **Alat dan Bahan:**

1. Penggaris
2. Kertas

### **Langkah Kerja:**

1. Gambar dua tanda + dan – , kurang lebih berjarak 5 cm, pada kertas karton.!
2. Peganglah gambar tersebut di depan mata dengan tangan kanan dengan posisi tanda + terletak di depan mata sebelah kanan.!
3. Tutup mata kiri dengan tangan kiri.!
4. Pusatkan pandangan mata pada tanda +, meskipun tanda masih terlihat.!
5. Gerakkan tangan kanan menuju mata secara perlahan-lahan sampai tanda menghilang. Ukurlah jarak antara mata dengan kertas gambar.!
6. Gerakkan kembali kertas gambar menjauhi mata sampai tanda – tampak kembali. Ukurlah kembali jarak antara mata dengan kertas gambar. Ketika tanda – menghilang memperlihatkan bahwa bayangan tanda tersebut jatuh tepat pada bintik buta.!
7. Lakukanlah langkah kerja mulai no. 1 sampai no. 6, tetapi tangan yang memegang kertas adalah tangan kiri dan mata yang digunakan untuk melihat adalah mata kiri, posisi tanda – di depan mata kiri.!
8. Diskusikan pertanyaan berikut ini:
  - a. Apakah bintik buta mata kiri dan kananmu sama?
  - b. Apakah bintik buta setiap orang sama? Berapa rata-ratanya?
  - c. Mengapa benda tidak tampak pada waktu bayangan jatuh pada bintik buta?

## **2. Telinga**

Di mana sebenarnya letak indra pendengar? Letak indra pendengar amatlah sulit untuk diamati secara langsung. Jika dilihat sepintas organ yang digunakan untuk mendengar terletak di samping kepala, bentuk oval pipih, berlekuk-lekuk dan di bagian tengahnya terdapat lubang. Apakah lubang ini yang digunakan untuk mendengar? berikut ini pembahasannya!

### **a. Bagian-bagian telinga**

Telinga kita dibedakan menjadi 3 bagian, yaitu: telinga luar, telinga tengah dan telinga dalam.

#### 1) Telinga bagian luar

Telinga bagian luar terdiri dari daun telinga, telinga tengah dan telinga dalam gendang telinga.

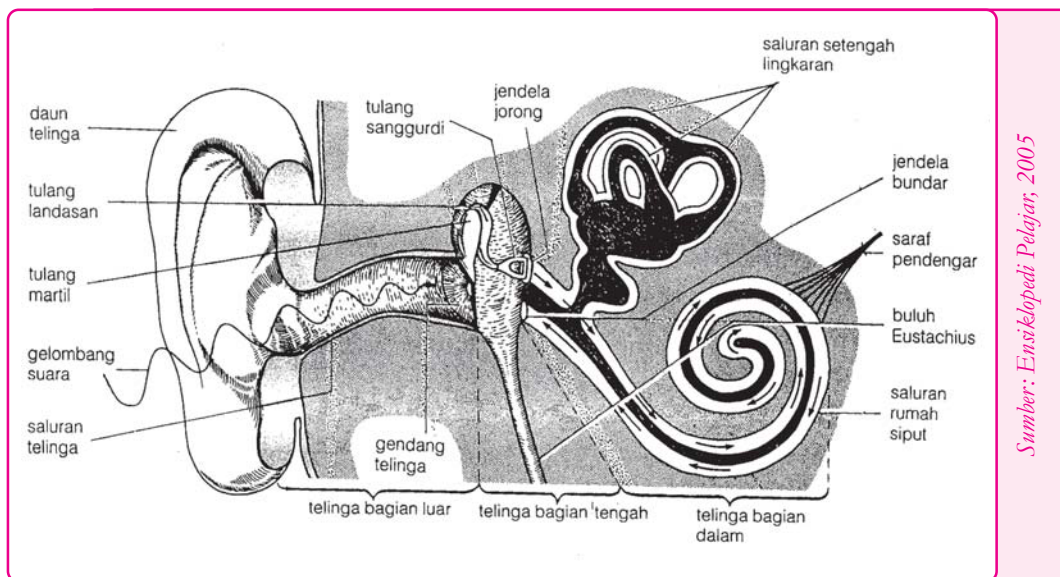
#### 2) Telinga bagian tengah

Telinga bagian tengah terdiri rongga berisi udara, yang dihubungkan dengan rongga mulut oleh buluh estachius. Buluh ini berfungsi menjaga agar tekanan udara di dalam dan diluar rongga telinga sama besarnya.

Pada telinga bagian tengah ini terdapat tulang-tulang pendengaran, yaitu tulang martil, tulang landasan dan tulang sanggurdi. Tulang pendengaran ini menghubungkan gendang telinga dengan tingkap jorong.

#### 3) Telinga bagian dalam

Pada telinga bagian dalam terdapat saluran yang berlekuk-lekuk disebut rumah siput atau kohlea yang berisi cairan limfe. Pada kohlea terdapat ujung-ujung syaraf pendengar yang menuju ke otak. Pada telinga bagian dalam ini juga terdapat alat keseimbangan berupa 3 buah saluran setengah lingkaran.



Sumber: Ensiklopedi Pelajar, 2005

*Gambar: 2.5 Struktur anatomi telinga*

### ***b. Proses Mendengar***

Getaran masuk melalui daun telinga liang telinga diterima selaput gendang  
dengar selaput gendang mendengar bergetar getaran diteruskan tulang-tulang  
martil, landasan, dan sanggurdi selaput lonjong bergerak getaran diteruskan  
oleh cairan perilimfe dalam skala Vestibuli dan skala Timfani getaran ini mampu  
menggetarkan sel-sel rambut dalam alat korti ujung-ujung saraf pada alat korti  
terangsang rangsangan diteruskan oleh saraf pendengaran ke pusat pendengaran  
(telinga manusia mampu menerima getaran dengan frekuensi 30 Hertz-20.000  
Hertz).



### ***Kegiatan Laboratorium***

#### **Tujuan:**

Mempelajari bagian-bagian telinga dan fungsi masing-masing bagian

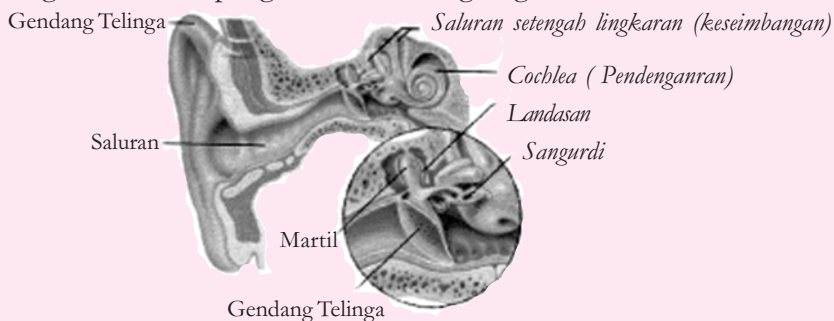
#### **Alat dan Bahan:**

Model telinga

#### **Langkah Kerja :**

Amati dan pelajari bagian-bagian telinga!

Bandingkanlah hasil pengamatanmu dengan gambar berikut ini!



### ***c. Gangguan pendengaran***

Tuli/kurang tajam pendengaran disebabkan 2 macam, yaitu:

1. Tuli konduksi dapat terjadi karena:
  - Penyumbatan saluran telinga oleh Serumen (minyak telinga)
  - Penebalan/pecahnya membran timfani
  - Pengapuran tulang pendengaran
  - Kekakuan hubungan stapes pada Fenestra ovali

2. Tuli saraf dapat disebabkan oleh:
  - Kerusakan syaraf auditori
  - Kerusakan syaraf pendengaran

### Tugas Kelompok

1. Ajaklah salah satu temanmu.
2. Lakukan gerak berputar-putar dengan cepat.
3. Kemudian berhentilah.
4. Lakukan secara bergantian.
5. Bagaimanakah rasanya? Apakah akan merasa pusing?
6. Apabila merasa pusing mengapa bisa terjadi? Diskusikan dengan temanmu!

### 3. Hidung

Apakah kamu pernah mencium bau bunga, parfum, atau aroma masakan? Tentu sudah, menyenangkan? Namun apabila kamu merasakan bau yang tidak menyenangkan, seperti bau sampah, bagaimana rasanya? Organ apa yang berfungsi bisa membedakan bau tersebut? Coba kamu lakukan kegiatan berikut!



### Kegiatan Penyelidikan

#### Tujuan

Mempelajari bagian-bagian hidung dan fungsi masing-masing bagian

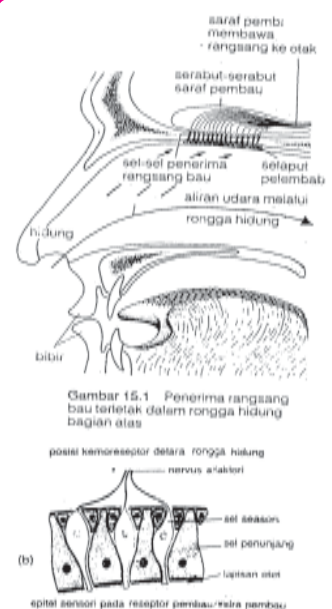
#### Alat dan Bahan:

Model hidung

#### Langkah Kerja:

Amati dan pelajarilah bagian-bagian hidung!

Bandingkanlah hasil pengamatanmu dengan gambar berikut ini!



## **a. *Bagian-Bagian Hidung***

### **1) *Hidung Luar***

Berbentuk apakah hidung manusia! Amatilah dan peganglah hidungmu masing-masing, apakah sama bentuknya seperti piramid? Jika dipegang hidung terasa keras namun agak lunak karena hidung berbentuk kerangka tulang dan beberapa tulang rawan yang terletak di bawah hidung. Hidung kita dilapisi oleh kulit, jaringan ikat dan beberapa otot kecil untuk melebarkan atau menyempitkan lubang hidung.

### **2) *Lubang hidung***

Pernahkah kamu melihat bentuk teropong? Jika kamu amati lubang hidung manusia hampir sama seperti teropong yang dipisahkan oleh sekat.

Tiap lubang hidung mempunyai empat dinding yaitu tengah, samping, bawah, dan atas. Pada dinding samping terdapat 4 buah konka dan muara pada saluran air mata. Selain itu juga terdapat muara dari beberapa sinus di sekitar hidung. Mukosa pernapasan terdapat pada sebagian rongga hidung. Selaputnya bersilia untuk membersihkan sekret yang terbentuk dan dibawa ke arah nasofaring.

## **b. *Cara Kerja Hidung***

Hidung merupakan indra yang berfungsi menerima rangsangan dalam bentuk gas dan uap. Di dalam lubang hidung terdapat sel-sel pencium yang dilengkapi dengan rambut-rambut halus dan dilapisi selaput lendir sebagai pelembab. Sel pencium sangat peka terhadap zat-zat kimia dalam udara (gas dan uap). Pada sel-sel pencium terdapat ujung-ujung saraf yang bergabung membentuk serabut saraf pencium, serabut ini berhubungan dengan otak besar. Bila napas ditarik udara masuk ke dalam lubang hidung, zat-zat kimia yang terdapat dalam udara akan masuk ke daerah superior hidung dan larut dalam selaput lendir dan merangsang rambut-rambut halus sel pencium. Kemudian rangsangan (impuls) ini akan diteruskan oleh saraf pencium ke otak besar untuk diolah, sehingga bau dapat tercium.

Antara indera pengecap dan pembau terdapat hubungan yang erat. Masakan atau bahan yang lain dapat dirasakan kenikmatannya karena adanya kerja sama antara alat pengecap dan pembau, apabila salah satu alat ini terganggu maka kenikmatannya akan berkurang. Pernahkah kamu terkena flu (pilek)? Jika kamu makan, apakah kamu merasakah kenikmatan masakan tersebut? Pikirkan!

Fungsi hidung selain sebagai indera penciuman, juga untuk jalan napas, alat pengatur kelembapan dan suhu udara, penyaring udara dari debu dan kuman. Juga dapat membantu dalam proses berbicara yaitu konsonan hidung m, n, ng.



### c. Gangguan Pada Hidung

Gangguan pada hidung umumnya disebabkan oleh bakteri atau virus, misalnya flu. Jika sudah terkena penyakit ini hendaknya segera berobat. Tetapi ada juga penyakit hidung yang harus dioperasi yaitu penyakit polip, jika dibiarkan terus akan sangat mengganggu jalannya pernapasan dan sangat berbahaya.

## 4. Lidah

Apakah kamu bisa membedakan beberapa rasa makanan? Seperti gula rasanya manis, cabe rasanya pedas dan jamu rasanya pahit. Organ apakah yang mampu membedakan rasa-rasa tersebut? Organ tersebut lidah yang berfungsi sebagai alat pengecap. Zat yang dapat dikecap adalah zat-zat kimia yang berupa larutan.

### a. Bagian-Bagian Lidah

Lidah terletak di dasar mulut yang mempunyai pembuluh darah dan saraf. Lidah merupakan organ yang tersusun atas otot. Otot pada lidah ada 2 kelompok, yaitu *intrinsik* untuk melakukan gerakan halus dan *ekstrinsik* untuk gerakan kasar (saat mengunyah dan menelan makanan). Pada permukaan lidah dilapisi dengan lapisan epitelium yang banyak mengandung kelenjar lendir.

Jika dilihat dengan kaca pembesar maka tampak permukaan lidah tidak rata, melainkan terdapat lekukan-lekukan yang banyak. Lekukan tersebut merupakan reseptor pengecap yang berupa kuncup pengecap.

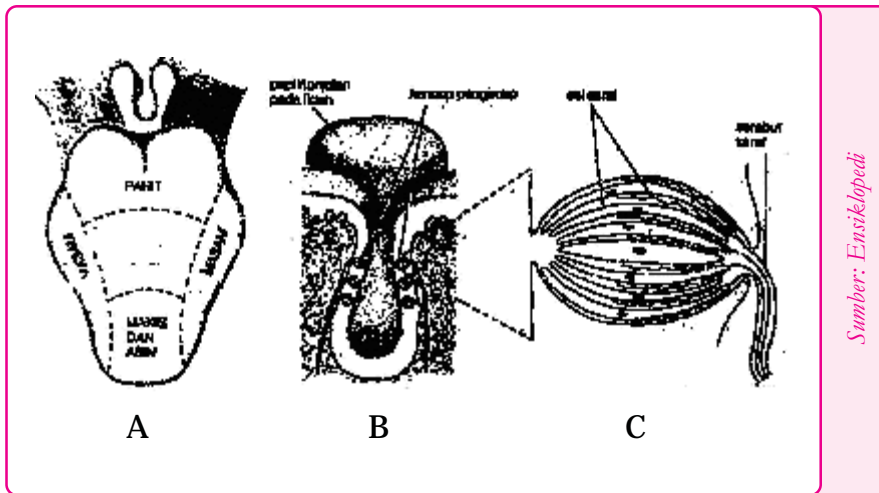
Kuncup pengecap terdiri atas sekelompok sel sensori yang memiliki tonjolan seperti rambut. Kuncup pengecap terletak di celah-celah tonjolan lidah (*papila*). Papila dapat kita rasakan sebagai tonjolan tidak teratur pada permukaan lidah. Papila terdiri atas tiga jenis yaitu:

- a. *Papillae sirkumvalata*, merupakan jenis papila terbesar dan dikelilingi palung membentuk hiruf v ke arah bagian belakang lidah.
- b. *Papillae fungiformis*, menyebar pada permukaan ujung dan sisi lidah berbentuk jamur.
- c. *Papillae filiformis*, merupakan papila terbanyak dan menyebar pada seluruh permukaan lidah.

Di celah-celah papila terdapat kuncup pengecap yang terdiri atas sekumpulan reseptor yang peka terhadap rangsangan rasa. Kuncup-kuncup pengecap berkumpul pada daerah tertentu pada lidah, ada 4 kuncup, yaitu:

- 1) Kuncup rasa manis lebih banyak terdapat di bagian ujung lidah.
- 2) Kuncup rasa asam lebih banyak berkumpul di tepi depan kiri kanan lidah.
- 3) Kuncup rasa asin lebih banyak berkumpul di tepi belakang kiri kanan lidah.
- 4) Kuncup rasa pahit lebih banyak berkumpul di pangkal lidah.





Sumber: Ensiklopedia

Gambar: 2.7 Lidah dan bagian-bagiannya

A. Lidah

B. Penampang melintang lidah

C. Sebuah kuncup pengecap

## Tugas Individu

Jawablah pertanyaan berikut!

1. Sebutkanlah fungsi lidah!
2. Mengapa lidah disebut sebagai indera pengecap?

Cobalah bereksperimen untuk membuktikan dan mengetahui bagian-bagian lidah yang peka terhadap rasa!



## Kegiatan Laboratorium

**Tujuan:**

Mengenal daerah lidah yang peka terhadap rasa

**Alat dan Bahan:**

1. Larutan gula
2. Larutan cuka encer
3. Larutan garam dapur

4. Larutan vanili
5. Kapas
6. Tisu (kertas isap)
7. Tusuk gigi

### Langkah Kerja

1. Siapkan semua bahan dan alat yang diperlukan!
2. Bekerjalah dengan anggota kelompokmu, dan tutuplah mata temanmu! Kemudian mintalah temanmu untuk menjulurkan lidahnya!
3. Celupkan kapas bertangkai pada larutan gula kemudian oleskan pada daerah ujung lidah temanmu dan tanyakan bagaimana rasanya?
4. Lakukan dengan cara yang sama pada daerah lidah lainnya dan catatlah hasilnya ada tabel yang disediakan!
5. Lakukan dengan cara yang sama untuk larutan lainnya pada no.1 dengan catatan tiap-tiap larutan dilakukan hanya untuk satu orang!

### Tabel Hasil Pengamatan

No	Larutan	Ujung Lidah	Tepi Lidah	Tengah Lidah	Pangkal Lidah
1	Larutan gula				
2	Larutan cuka				
3	Larutan garam				
4	Larutan vanili				

### Pertanyaan:

1. Mengapa untuk pengujian pada permukaan lidah harus berwujud cair?
2. Apakah semua bagian permukaan lidah dapat mengecap rasa manis? Mengapa?
3. Jelaskan daerah mana dari lidah yang peka terhadap rasa manis!
4. Daerah mana dari lidah yang peka terhadap rasa asam dan asin?
5. Daerah mana bagian lidah yang peka terhadap rasa vanili?
6. Sesuaikan rasa vanili dengan aromanya?
7. Buatlah kesimpulan dari hasil percobaan tersebut!

### ***b. Proses Mengecap***

Bagaimana proses mengecap itu? Zat kimia yang terlarut dalam air liur diterima oleh reseptor saraf pengecap, diterima sebagai impuls saraf dan diteruskan menuju pusat pengecap di otak untuk diterjemahkan.

Aroma akan mempengaruhi rasa dan rasa akan mempengaruhi aroma. Benarkah kalimat tersebut? Jika kamu mencium bau atau aroma makanan misalnya bau sate yang baru dibakar, bau asap tersebut seolah-olah dapat merasakan kelezatannya sate itu meskipun tidak mencicipinya. Hal ini dapat terjadi karena zat-zat yang mudah menguap itu akan masuk ke dalam hidung akan sampai ke mulut melalui faring lalu larut dalam ludah sehingga merangsang reseptor pengecap. Jadi, indra pencium dan indra pengecap akan bekerja sama ketika merasakan makanan yang sedap.

### ***c. Gangguan pada Lidah***

Gangguan pada lidah dapat terjadi bila terjadi peradangan lidah misalnya sariawan. Penyakit ini karena kekurangan vitamin C, akan mengganggu dalam proses pencernaan makanan di lidah.

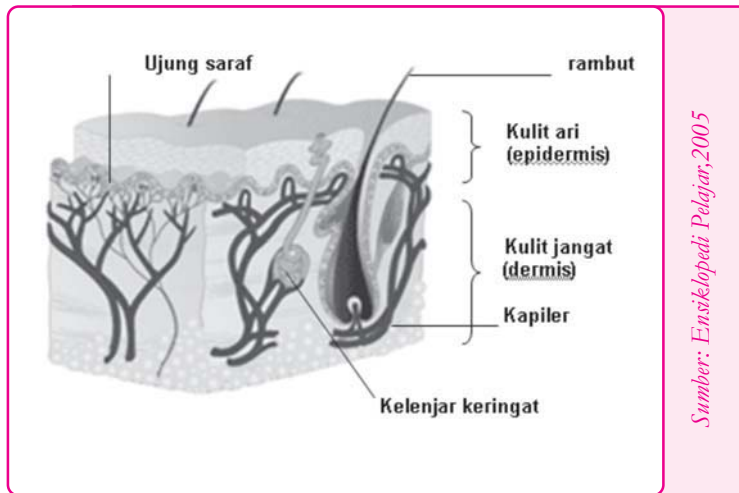
Jika kamu sakit, kemungkinan merasakan pahit pada saat kamu makan, mengapa? Bila salah satu indra terganggu misalnya terserang selesma, maka nafsu makan seseorang menjadi berkurang karena hidung tidak dapat mencium bau (aroma) makanan yang dimakan. Jika terjadi penyakit yang dapat mengganggu indra pengecap segeralah berobat, untuk menjaga kesehatan badan.

## **5. Kulit**

Indra peraba dan perasa disebut Tangoreseptor, yang terdapat di kulit (Eksteroreseptor) dapat merasakan: sakit, panas, dingin, halus, dan sebagainya, sedang yang terdapat dalam tubuh (Interoreseptor) dapat merasakan rasa haus, lapar, kenyang, dan sebagainya.

Tangoreseptor ada yang merupakan ujung urat saraf dan ada juga yang berkelompok/berselubung disebut puting peraba atau ujung saraf korpuskel.

Indra peraba terdapat diseluruh permukaan kulit, tetapi tidak sama banyaknya, yang banyak terdapat di ujung jari, telapak tangan/kaki, bibir, dan alat kelamin



Sumber: Ensiklopedi Pelajar, 2005

Gambar: 2.8 Struktur anatomi kulit



## Kegiatan Laboratorium

### Tujuan:

Untuk mengetahui bagian-bagian yang peka pada kulit telapak tangan terhadap sentuhan.

### Alat dan Bahan:

1. Sapu tangan
2. Jangka
3. Spidol
4. Telapak tangan

### Langkah Kerja

1. Aturlah jangka sehingga kedua ujungnya berjarak 0,5 cm
2. Tandailah bagian-bagian telapak tangan dengan spidol, yaitu: pada ibu jari ditandai huruf A, di bawah ibu jari dekat pergelangan tangan ditandai huruf B, pada tengah telapak tangan ditandai huruf C, di jari manis ditandai huruf D dan pada telunjuk ditandai huruf E. seperti pada gambar ini!
3. Tutuplah mata temanmu yang tangannya sudah diberi tanda tadi.
4. Sentuhlah perlahan-lahan bagian telapak tangan yang diberi tanda tadi dengan jangka.
5. Suruhlah temanmu menyebutkan apakah ia merasakan dua sentuhan atau satu sentuhan.



6. Tulislah jawaban dari temanmu di dalam tabel!

**Tabel Pengamatan:**

No.	Bagian yang disentuh	Dapat merasakan satu sentuhan	Dapat merasakan dua sentuhan
1.	A		
2.	B		
3.	C		
4.	D		
5.	E		

**Pertanyaan:**

1. Apakah semua bagian telapak tangan peka terhadap sentuhan jangka? Jelaskan jawabanmu berdasarkan hasil kegiatanmu!
2. Bagian mana dari telapak tangan yang memiliki satu sentuhan dan dua sentuhan?
3. Buatlah kesimpulan dari percobaan ini!

## Evaluasi

Isilah tabel berikut ini!

No.	Nama Indra	Bagian-bagiannya	Proses	Gangguan
1				
2				
3				
4				
5				

## Rangkuman

### A. Sistem Koordinasi Pada Manusia

1. Sistem koordinasi meliputi sistem syaraf dan sistem hormon.
2. Sistem syaraf manusia meliputi otak, sumsum tulang belakang dan urat syaraf.
3. Otak terbagi atas otak depan, otak tengah, dan otak belakang.
4. Otak dan sumsum tulang belakang berfungsi membentuk susunan saraf pusat.
5. Alur jalannya pesan:  
pesan → reseptor → sel syaraf sensoris → pusat syaraf → sel syaraf motoris → efektor
6. Hormon manusia merupakan senyawa organik yang dihasilkan oleh kelenjar-kelenjar endokrin.
7. Ada beberapa macam kelenjar endokrin yaitu: hipotalamus, hipofisis, tiroid, paratiroid, timus, pulau langerhans, adrenal, kelamin/gonadotropin.

### B. Alat Indera Manusia

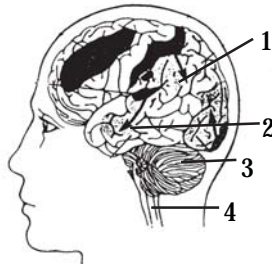
1. Indra merupakan suatu alat tubuh yang peka terhadap rangsangan tertentu.
2. Indra berfungsi sebagai reseptor terhadap rangsangan dari lingkungannya.
3. Manusia memiliki lima indra yaitu mata, telinga, hidung, lidah, dan kulit yang disebut pancaindera.

## Uji Kompetensi

### A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, atau d!

1. Berikut yang dimaksud dengan susunan syaraf pusat adalah ....
  - a. otak
  - b. sistem saraf parasimpatik
  - c. sumsum tulang belakang
  - d. otak dan sumsum tulang belakang
2. Hubungan dua atau lebih sel syaraf disebut ....
  - a. impuls
  - b. dendrit
  - c. akson
  - d. sinapsis

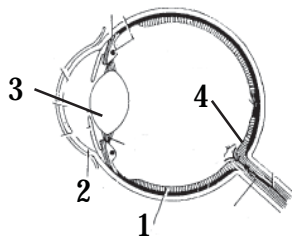
Untuk soal no.3 dan 4, perhatikanlah gambar di bawah ini!



3. Berdasarkan gambar di atas pusat keseimbangan ditunjukkan nomor ...
  - a. 1
  - b. 2
  - c. 3
  - d. 4
4. Medulla oblongata, pada gambar di atas ditunjukan nomor ...
  - a. 1
  - b. 2
  - c. 3
  - d. 4
5. Manusia dapat menciumm harumnya bau bunga melati karena rangsangan syaraf dari hidung disampaikan ke pusat syaraf oleh ....
  - a. syaraf otonom
  - b. syaraf sensori
  - c. syaraf simpatik
  - d. syaraf parasimpatik
6. Kelenjar hormon disebut kelenjar buntu sebab ....
  - a. tidak memiliki saluran
  - b. memiliki saluran sendiri
  - c. hormon dibawa oleh darah
  - d. merupakan kelenjar eksokrin
7. Kelenjar hipofisis disebut kelenjar kepala karena ....
  - a. terletak di kepala
  - b. menghasilkan hormon pertumbuhan
  - c. menghasilkan lebih dari satu hormon
  - d. mempengaruhi kelenjar buntu lainnya
8. Hormon yang kerjanya sinergis dengan adrenalin adalah ....
  - a. insulin
  - b. epinefrin
  - c. glukagon
  - d. tiroksin

9. Hormon yang mengatur kadar gula dalam darah adalah ....
  - a. adrenalin dan insulin
  - b. adrenalin dan tiroksin
  - c. insulin dan glukagon
  - d. estrogen dan test
10. Kelenjar gondok dapat bekerja dengan baik dengan bantuan mineral ....
  - a. kalium
  - b. kalsium
  - c. iodium
  - d. natrium
11. Hormon yang saling antagonis satu sama lain adalah ....
  - a. tiroksin dan insulin
  - b. hipofisis dan tiroksin
  - c. insulin dan adrenalin
  - d. adrenalin dan estrogen
12. Tulang rangka menjadi rapuh (mudah patah) dapat disebabkan kekurangan hormon ....
  - a. tiroksin
  - b. hipofisis
  - c. testoteron
  - d. paratiroid

Untuk meniawah soal nomor 13.sampai 14 perhatikan gambar di bawah ini!

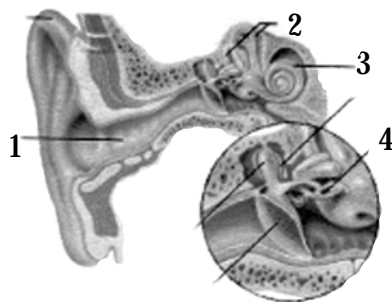


13. Retina terdapat pada bagian yang ditunjuk oleh nomor ....
  - a. 1 dan 2
  - b. 3 dan 4
  - c. 5 dan 6
  - d. 1 dan 3
14. Bagian yang ditunjukkan nomor 3 adalah ....
  - a. kornea
  - b. pupil
  - c. lensa mata
  - d. bintik buta



15. Bila bayangan benda jatuh di belakang retina, akan terjadi kelainan mata ....
- astigmatisma
  - miopi
  - buta warna
  - hipermetropi
16. Orang yang tuli akibat ledakan keras, biasanya terjadi kerusakan pada bagian...
- gendang telinga
  - tulang telinga
  - koklea
  - saraf pendengar

Untuk menjawab soal nomor 17 dan 18 perhatikan gambar berikut!



17. Yang ditunjukkan nomor 3 adalah ....
- gendang telinga
  - jendela jorong
  - tulang pendengaran
  - jendea bundar
18. Tulang Martil ditunjukkan nomor ....
- |      |      |
|------|------|
| a. 1 | c. 3 |
| b. 2 | d. 4 |
19. Bau yang merangsang saraf pembau pada hidung harus berupa ....
- |              |            |
|--------------|------------|
| a. zat padat | c. cairan  |
| b. uap       | d. getaran |
20. Rasa pahit dapat ditetesi oleh papila di bagian ....
- |            |                     |
|------------|---------------------|
| a. pangkal | c. samping depan    |
| b. ujung   | d. samping belakang |

## **B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut!**

1. Mengapa sistem saraf dikatakan sistem koordinasi? Berikan Contohnya!
2. Gerakan reflek berlangsung spontan dan sangat cepat. Bagaimanakah hal ini terjadi? Apakah bedanya dengan gerakan biasa?
3. Apakah perbedaan utama sifat kerja sistem hormon dengan sistem saraf?
4. Sebutkan fungsi hormon:
  - a. insulin
  - b. adrenalin
5. Sebutkan bagian-bagian lidah yang peka terhadap rasa manis, pahit dan asam!
6. Mengapa kita tidak mampu melihat bila masuk ke dalam ruang setelah berada di tempat terbuka yang terang untuk beberapa lama?

## **Soal-soal Blok**

---

**Jawablah soal-soal berikut ini dengan benar pada buku tugas Anda!**

1. Tubuh manusia memiliki alat saring yang berfungsi untuk menyaring zat-zat sampah dalam tubuh alat pengeluaran, salah satunya adalah kulit.
  - a. Mengapa kulit disebut salah satu pengeluaran tubuh manusia?
  - b. Apa yang dikeluarkan oleh kulit Anda?
  - c. Apa yang akan terjadi jika zat sampah yang melalui kulit tidak dikeluarkan?
2. Pada saat kulit kita terkena terik cahaya matahari, maka kulit tidak dikeluarkan?
  - a. Mengapa pada saat pengelupasan kulit tersebut kita tidak merasa sakit?
  - b. Mengapa warna kulit kebanyakan orang Asia, Afrika, dan Eropa berbeda-beda?
  - c. Apa yang menyebabkan warna kulit tersebut?
  - d. Dapatkah kita merubah warna kulit kita? Jelaskan!
  - e. Apakah fungsi pigmen kulit?
3. Dalam berkembangbiak setiap jenis makhluk hidup mempunyai tujuan yang sama yaitu untuk melestarikan jenisnya.

- a. Apakah setiap makhluk hidup berbeda cara perkembangbiakannya?  
Mengapa?
  - b. Bagaimana dengan manusia?
  - c. Sebutkan organ reproduksi pada manusia!
  - d. Apakah sistem reproduksi pada manusia dapat terserang penyakit?  
Mengapa?
  - e. Bagaimana cara mencegahnya?
4. Jika seorang wanita menghasilkan dua atau lebih telur sel telur dalam satu masa yang sama.
    - a. Apakah semua sel telur yang dihasilkan pasti menghasilkan bayi?
    - b. Sampai usia berapakah orang wanita atau seorang pria mampu menghasilkan sel kelamin?
    - c. Apa jadinya jika sel telur yang dihasilkan tak dibuahi?
  5. Dalam kehidupan sehari-hari dijumpai seseorang yang menderita kelumpuhan. Apakah penyebab kelumpuhan? Adakah kaitannya dengan sistem saraf?
  6. Fenomena kehidupan ada fakta seseorang sering menggerak-gerakkan kepala terus-menerus secara periodik atau memejam-mejamkan matanya secara tidak terkendali. Carilah sumber informasi untuk mengungkap fakta tersebut!
  7. Seseorang naik sepeda motor tidak memakai helm, kemudian mengalami kecelakaan bagian kepalanya terbentur mengakibatkan menderita, “gegar otak”. Apa yang dimaksud gegar otak? Bagaimana ciri-cirinya? Bagian otak mana yang mengalami gangguan?
  8. Orang yang tersengat arus listrik dapat mengalami pingsan atau kehilangan kesadaran. Mengapa?
  9. Adakah hubungan penyakit jiwa (misalnya “gila”) dengan sistem saraf? Carilah sumber bacaan lain untuk menjawab pertanyaan tersebut!
  10. Seseorang mengalami gangguan di mana tangan kirinya tidak dapat ia gerakkan, walaupun masih bisa merasakan sentuhan, sakit dan panas. Berdasarkan fungsi saraf sensoris dan motoris pada orang tersebut.
    - a. Jelaskan fenomena yang terjadi!
    - b. Indra manakah yang paling sensitif terhadap perubahan suhu? Mengapa?

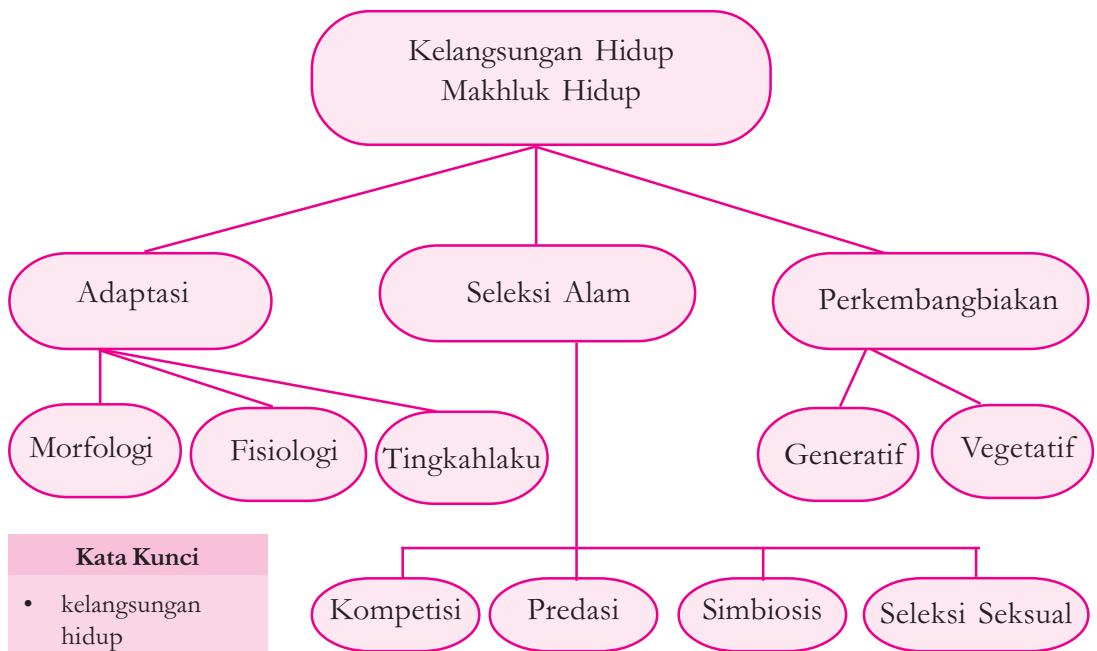
# Bab 3

## Kelangsungan Hidup Makhluk Hidup

### Tujuan Kompetensi

Setelah mempelajari bab ini diharapkan kamu mampu memahami kelangsungan hidup makhluk hidup.

Untuk mengetahui garis besar bab ini, kamu perhatikan peta konsep di bawah ini!



### Kata Kunci

- kelangsungan hidup
- adaptasi
- seleksi alam
- perkembangbiakan

Di alam bebas kelangsungan hidup makhluk hidup mengalami berbagai tantangan seperti adanya perubahan musim, bencana alam atau persaingan sesamanya. Pernahkah kamu perhatikan tumbangnya pohon karena angin puting beliung? Pernahkah kamu menjumpai hewan mati karena kesulitan mendapatkan air di musim kemarau? Pernahkah kamu mengamati tikus mati karena diterkam kucing?

Apakah setiap makhluk hidup ingin mempertahankan kelangsungan hidupnya? Tentu, berbagai cara mereka lakukan, seperti menyesuaikan diri terhadap lingkungannya, persaingan antar jenis, ataupun memperbanyak diri.

## A. Adaptasi Makhluk Hidup terhadap Lingkungan

### Tujuan Sub Kompetensi

*Setelah mempelajari sub bab ini diharapkan kamu mampu mengidentifikasi kelangsungan hidup makhluk hidup melalui adaptasi.*

Sebagaimana kita ketahui bahwa setiap makhluk hidup memerlukan tempat hidup yang sesuai agar dapat melaksanakan fungsi hidupnya dengan baik. Tempat atau lingkungan suatu makhluk hidup biasa ditemukan disebut *habitat*. Habitat dapat juga disebut sebagai alamat suatu makhluk hidup. Dengan mengetahui habitat atau alamat suatu makhluk hidup, maka kita dapat dengan mudah mencari makhluk hidup yang bersangkutan.

Namun, kadang-kadang dalam lingkungan yang berbeda kita tetap dapat menemukan makhluk hidup sejenis. Hal ini dapat terjadi karena makhluk hidup tersebut berhasil menyesuaikan diri dengan lingkungan yang berbeda. Kemampuan makhluk hidup untuk menyesuaikan diri dengan lingkungannya disebut *adaptasi*. Dengan kemampuan adaptasi itu maka setiap makhluk hidup dapat mengikuti perubahan yang terjadi di lingkungannya. Pada umumnya, suatu makhluk hidup yang telah beradaptasi pada lingkungan tertentu akan sulit dipindahkan ke lingkungan lain yang berbeda.

Di atas telah dijelaskan bahwa adaptasi adalah penyesuaian diri terhadap lingkungan. Artinya, pada makhluk hidup yang telah beradaptasi tersebut terjadi perubahan bentuk tubuh sehingga menjadi sesuai dengan lingkungannya. Perubahan

bentuk tubuh dapat berarti perubahan warna, bentuk, dan adanya pengurangan bagian atau penambahan bagian tubuh. Untuk beberapa jenis makhluk hidup, perubahan tersebut dapat berupa perubahan tingkah laku.

Bagaimana cara makhluk hidup beradaptasi untuk mempertahankan hidup? Cara adaptasi makhluk hidup terhadap lingkungannya bermacam-macam. Secara garis besarnya, kita mengenal ada tiga macam adaptasi. Bentuk adaptasi tersebut adalah sebagai berikut:

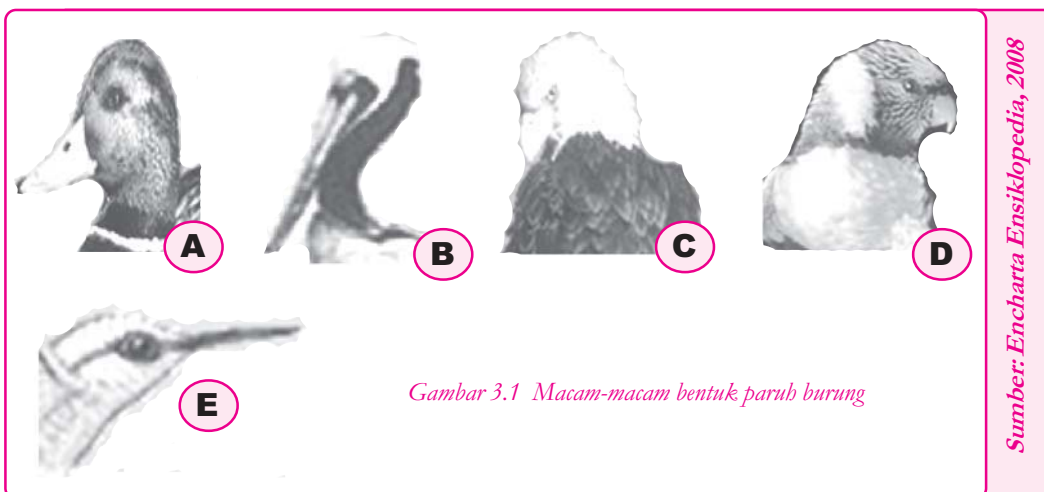
1. *Adaptasi morfologi* merupakan penyesuaian bentuk tubuh atau alat-alat tubuh terhadap lingkungannya
2. *Adaptasi fisiologi* merupakan penyesuaian fungsi alat-alat tubuh terhadap keadaan lingkungan
3. *Adaptasi tingkah laku* merupakan penyesuaian diri terhadap lingkungan dalam bentuk tingkah laku

### 1. *Adaptasi Morfologi*

Dibandingkan dengan cara adaptasi lain, cara adaptasi morfologilah yang paling mudah diamati. Di sekitar kita banyak dijumpai hewan dan tumbuhan yang melakukan adaptasi morfologi terhadap lingkungannya. Misalnya, adaptasi morfologi pada paruh dan kaki burung.

#### a. *Paruh Burung*

Sebagaimana kita ketahui spesies burung banyak jenisnya. Jenis makanannya pun berbeda-beda, ada yang memakan biji-bijian, serangga, daging, dan ada yang



Gambar 3.1 Macam-macam bentuk paruh burung

Sumber: *Encarta Ensiklopedia, 2008*

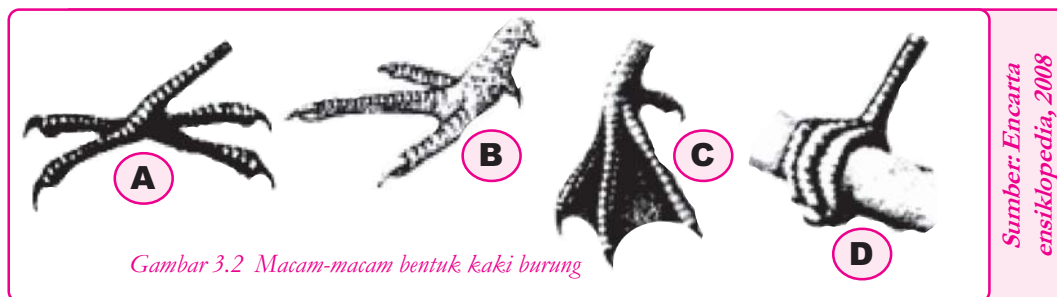
mengisap madu. Untuk memperoleh makanan dari lingkungannya diperlukan bentuk paruh yang sesuai. Itulah sebabnya kita mengenal bermacam-macam bentuk paruh pada burung. Setiap bentuk paruh sesuai dengan jenis makanan tertentu. Perhatikanlah gambar berikut !

Keterangan:

- a. Paruh burung Itik  
Bentuk paruh disesuaikan dengan jenis makanannya, yaitu ikan, katak,. Paruh tersebut dapat menyaring makanan dari air atau Lumpur.
- b. Paruh burung Pelican  
Bentuk paruh besar dan panjang, sesuai dengan fungsinya untuk menangkap ikan.
- c. Paruh burung Elang  
Bentuknya runcing, kokoh dan agak panjang. Digunakan untuk merobek mangsanya yang berdaging.
- d. Paruh burung Nuri  
Bentuk paruh pendek dan kuat untuk memecah biji-bijian.
- e. Paruh burung flamingo  
Memiliki bentuk paruh seperti sisir pada pangkal paruhnya, yang berfungsi untuk menyaring makanan yang berupa ganggang dan udang-udang kecil.
- f. Paruh burung kolibri  
Bentuknya kecil, runcing dan panjang yang berfungsi untuk menghisap madu.
- g. Paruh burung pemakan serangga  
Bentuk paruh agak terbuka, sesuai fungsinya untuk menangkap serangga.

### ***b. Bentuk kaki burung***

Apakah bentuk kaki burung juga mengalami adaptasi? Keanekaragaman burung tidak hanya terletak pada bentuk dan ukuran paruhnya, tetapi juga kita temukan pada bentuk kakinya. Berdasarkan cara hidup dan jenis makanannya, kaki burung dibedakan menjadi beberapa macam. Perhatikanlah gambar di samping!



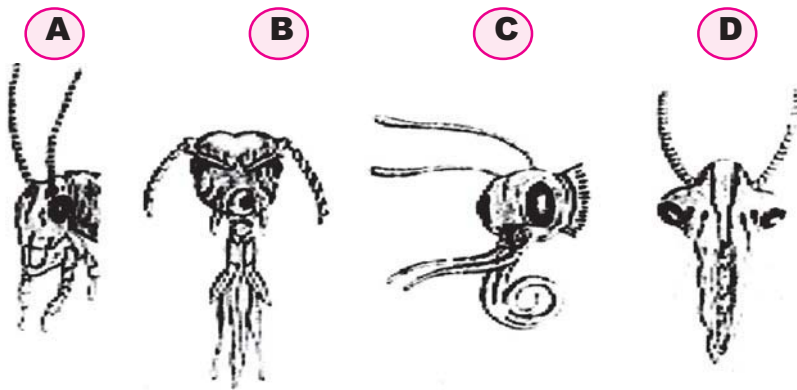
- a. Kaki burung pemanjat  
Sesuai dengan fungsinya untuk memanjat, maka burung pemanjat mempunyai dua jari ke depan dan dua jari ke belakang. Contoh: burung pelatuk.
- b. Kaki ayam  
Kaki ayam untuk berjalan dan mengais.
- c. Kaki burung perenang  
Pada jenis burung ini, diantara jari kaki mempunyai selaput renang yang berfungsi sebagai dayung pada saat berenang. Contoh: bebek, angsa.
- d. Kaki burung petengger  
Burung petengger umumnya mempunyai jari kaki panjang. Semua jarinya terletak pada satu bidang datar, sehingga cocok untuk hinggap di ranting pohon. Contoh: burung kutilang.

### ***c. Adaptasi morfologi tipe mulut serangga***

Adaptasi morfologi dapat juga diamati pada struktur mulut serangga. Pada dasarnya, mulut serangga terdiri atas bibir atas (labrum), bibir bawah (labium), rahang atas (maksila), rahang bawah (mandibula), dan hipofaring. Bagian-bagian mulut serangga tersebut beradaptasi terhadap jenis makanannya sehingga masing-masing memiliki berbagai variasi tipe mulut.

1. Kupu-kupu memiliki alat mulut penghisap yang disebut proboscis. Melaluiinya kupu-kupu mengambil nektar dari bunga.
2. Nyamuk betina adalah serangga pengisap darah. Mereka memiliki kemampuan untuk menyalurkan darah dari inangnya dan mencegah pembekuan darah itu. Nyamuk jantan hanya memakan cairan dari jaringan/organ tumbuhan.
3. Lebah memiliki alat mulut pengisap. Di dalam bagian mulut lebah, labium membentuk sebuah pembuluh pengisap (lidah) yang panjang terhubung dengan bagian mulut yang lain untuk mengisap nektar bunga.
4. Belalang adalah serangga pemakan daun yang membutuhkan pemotongan dari pengunyahan sebelum masuk saluran pencernaan. Maksila memegang makanan, sedangkan mandibula memotong-motongnya sebelum dimasukkan mulut.





Sumber: Ilustrasi

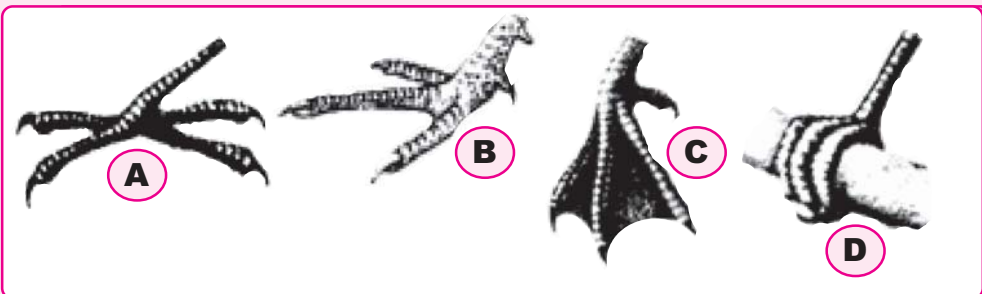
Gambar 3.3 Bentuk-bentuk mulut pada serangga

Keterangan :

- Mulut penggigit dan pengunyah pada belalang
- Mulut penjilat pada lebah.
- Mulut penghisap pada kupu-kupu.
- Mulut penusuk dan penghisap pada nyamuk

## Evaluasi

Perhatikanlah gambar di bawah ini!



- Jelaskan adaptasi bentuk kaki burung di atas!
- Mengapa burung perlu melakukan adaptasi dengan bentuk kaki yang berbeda-beda?



## Kegiatan Laboratorium

### Tujuan :

Mengamati perbedaan struktur morfologi berbagai macam jenis hewan yang ada di lingkungan kita.

### Alat :

- Perangkap serangga/jaring
- Botol/toples

### Cara kerja :

1. Tangkap dan kumpulkan berbagai jenis hewan kecil yang ada di sekitar sekolahmu atau rumah !
2. Masukkan ke dalam toples/botol hewan-hewan tersebut !
3. Amatilah struktur morfologi dari hewan-hewan tersebut !
4. Catatlah data-data mengenai perbedaan struktur morfologi pada masing-masing hewan tersebut pada tabel berikut ini !

No	Jenis Hewan	Alat Gerak			Tipe Mulut	Jenis Makanan	Tempat Hidup
		Kaki	Sayap	Sirip			

### Analisis percobaan

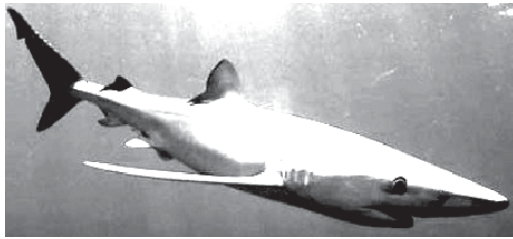
1. Berdasarkan hasil pengamatan, bagaimanakah struktur morfologi pada berbagai jenis hewan tersebut ?
2. Apakah ada perbedaan bentuk pada bagian tubuh yang mempunyai fungsi sama ? berikan contohnya !
3. Apakah ada perbedaan jenis makanan pada hewan tersebut ?
4. Buatlah kesimpulan !

#### **d. Adaptasi morfologi bentuk tubuh ikan**

Ikan membutuhkan bentuk tubuh yang ramping seperti torpedo (streamline) supaya dapat bergerak dengan lincah di dalam air. Salah satu sifat fisik air ialah memberi tekanan terhadap benda-benda yang berada di dalamnya termasuk tubuh ikan.

Pada umumnya, bagian depan ikan berbentuk membulat, halus, dan licin, serta tubuh memanjang. Kepalanya menyatu dengan tubuh tanpa leher. Tubuhnya memiliki garis lingkaran maksimum di sepertiga panjang tubuh dari kepala dan meruncing di bagian ekor. Permukaan tubuhnya ditutup oleh sisik yang dilapisi lendir. Lendir ini berfungsi untuk mengurangi gesekan antara air dan sepanjang tubuh ikan.

Perhatikan gambar di bawah ini!



Sumber: [www.google.com](http://www.google.com)

**Gambar: 3.4** Bentuk tubuh ikan torpedo dilengkapi dengan alat gerak sirip

#### **e. Bentuk dan alat tubuh tumbuhan**

##### **1. Tumbuhan air/ Hidrophyta**



**Gambar: 3.5** Enceng gondok

Sumber: [www.google.com](http://www.google.com)

Hidrophyta adalah tumbuhan yang hidup di dalam air, sehingga sering disebut tumbuhan air. Misalnya enceng gondok mempunyai tangkai daun menggelembung yang berisi udara sehingga mengapung. Batang teratai mempunyai ruang udara sehingga dapat tegak di air, daun lebar dan tipis. Enceng gondok dan teratai tidak mempunyai akar yang berkembang biak.

- a) Batang enceng gondok berongga sehingga dapat mengapung.
- b) Teratai mempunyai akar yang melekat di dasar kolam dan tangkai daun yang berongga sehingga dapat mengapung di permukaan air.



*Gambar: 3.6 Tumbuhan teratai*

Sumber : Encharta ensiklopedia, 2008

## 2. Tumbuhan darat

Adaptasi morfologi tumbuhan darat dapat diamati pada xerofit. Xerofit adalah tumbuhan yang senang hidup di lingkungan yang kurang air (kering), misalnya kaktus.

### Tugas Kelompok

1. Buatlah irisan melintang batang tumbuhan air misalnya teratai. Irisan ini harus setipis mungkin sehingga tembus cahaya.!
2. Amatilah dengan menggunakan kaca pembesar atau lup.!
3. Gambarlah irisan melintang batang tanaman tersebut!
4. Apakah kamu menemukan rongga udara?
5. Jika ada apakah fungsi dari rongga udara tersebut? Diskusikan dengan temanmu!

Karena lingkungannya kurang air, maka bentukan adaptifnya adalah :

- Daun kecil berbentuk duri.
- Batang tebal dan berlapis lilin.
- Akarnya panjang dan menyebar yang berfungsi menyerap air dari daerah yang luas.



*Gambar 3. 7. Kaktus*

Sumber: Ensiklopedia Pelajar, 2005

Tumbuhan lain yang hidup di darat adalah higrofit. Higrofit adalah tumbuhan yang hidup ditempat yang lembab, misalnya keladi. Bentuk adaptifnya adalah daun lebar untuk mempercepat penguapan air. Untuk membuang kelebihan air pada tumbuhan ini dengan cara gutasi (penetesan).

## 2. Adaptasi Fisiologi

Adaptasi fisiologi terjadi pada tumbuhan, hewan, dan manusia, dimana proses adaptasi fisiologi kita tidak mudah melihatnya karena berkaitan dengan proses metabolisme di dalam tubuh. Adaptasi fisiologi merupakan kesesuaian fungsi kerja alat-alat tubuh suatu makhluk terhadap keadaan lingkungan., misalnya pernapasan, ekskresi, dan pencernaan makanan.

Tumbuhan melakukan adaptasi fisiologi, antara lain dengan menghasilkan bau khas pada bunga, akar atau daunnya. Bau khas yang dihasilkan oleh bunga itu berguna untuk menarik serangga sehingga dapat terjadi penyerbukan dengan bantuan serangga. Selain itu, bunga juga mengeluarkan nektar atau madu untuk menarik perhatian serangga. Contoh adaptasi fisiologi yang lain adalah dihasilkannya zat kimia tertentu oleh daun dan akar beberapa tumbuhan untuk menghambat pertumbuhan tumbuhan saingan di dekatnya.

Adaptasi fisiologi pada hewan dilakukan dengan berbagai macam cara sesuai dengan keadaan habitatnya. Misalnya, enzim selulase dalam sistem pencernaan hewan herbivora dan proses osmoregulasi pada ikan.

### a. Enzim selulase

Adaptasi fisiologi pada hewan pemakan tumbuhan (herbivora) dipengaruhi terhadap jenis makanannya. Makanan herbivora berupa tumbuh-tumbuhan. Padahal, sel tumbuhan berdinding tebal dan kuat karena mengandung selulose. Oleh karena itu, tumbuhan lebih sulit dicerna dibandingkan makanan yang berupa daging. Untuk itu, herbivora memiliki saluran pencernaan yang lebih panjang dibandingkan karnivora. Dalam usus herbivor juga terdapat mikroorganisme penghasil enzim selulase yang berfungsi mencerna serat tumbuh-tumbuhan (selulosa). Enzim tersebut tidak dimiliki oleh hewan karnivora.

Misalnya *Toredo navalis* yang dikenal dengan nama cacing pengebor memiliki enzim khusus yang dapat mencerna kayu. Dengan enzim yang dimilikinya, hewan tersebut sering merusak kapal-kapal kayu dan tiang-tiang kayu yang terdapat di pelabuhan.

Contoh lain adaptasi fisiologi pada hewan adalah timbulnya hama tumbuhan yang resisten terhadap pestisida. Hama tersebut kebal karena tubuh hama telah melakukan adaptasi fisiologi.

### b. Osmoregulasi

Tekanan osmosis adalah tekanan yang dihasilkan oleh suatu zat yang terlarut dalam air dan mengakibatkan air dapat menembus suatu membran tipis. Osmoregulasi adalah pengaturan tekanan osmosis. Ikan yang hidup di air laut memiliki kadar garam tubuh lebih rendah dibandingkan kadar garam

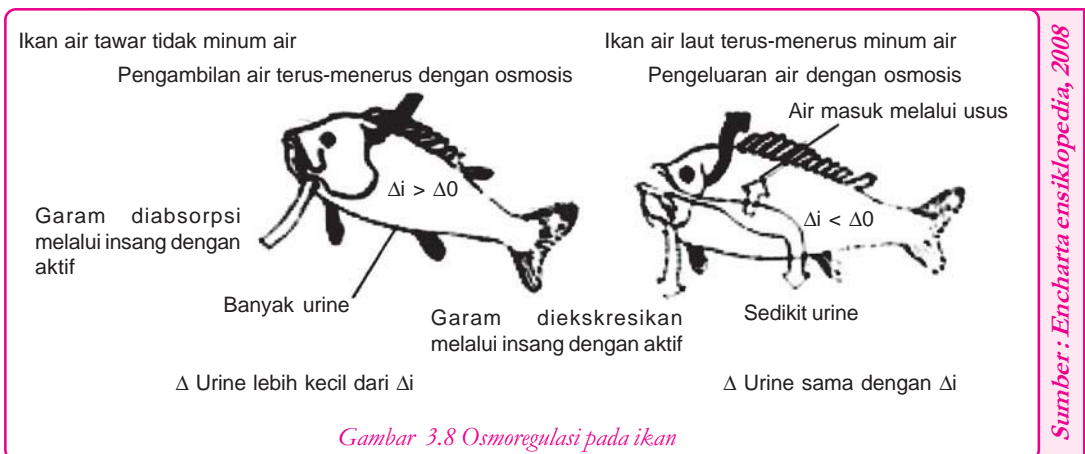
air laut. Artinya, tekanan osmosis dalam tubuh ikan lebih rendah dari pada dari pada tekanan osmosis air laut. Hal ini dapat menyebabkan air dalam tubuh ikan cenderung keluar melalui membran yang berdinding tipis, yaitu insang. Akibatnya, ikan air laut dapat kehilangan air. Untuk itu, ikan melakukan adaptasi secara fisiologi dengan mengadakan pengaturan tekanan osmosis (osmoregulasi).

Osmoregulasi yang dilakukan oleh ikan air laut ialah dengan cara minum air laut sebanyak-banyaknya dan sedikit mengeluarkan urine. Urine yang dikeluarkan oleh ikan laut lebih pekat dan lebih sedikit dibandingkan dengan urine ikan air tawar. Pada waktu ikan laut minum air, garamnya turut terminum. Untuk menghindari tertimbunnya garam dalam tubuh, garam-garam tersebut segera dikeluarkan melalui insang.

Adaptasi fisiologi yang terjadi pada ikan air tawar adalah kebalikan dari adaptasi fisiologi air laut. Kadar garam dalam tubuh ikan air tawar lebih besar dari pada kadar garam lingkungannya. Hal ini mengakibatkan air tawar cenderung masuk ke dalam tubuhnya melalui bagian tubuh yang berdinding tipis, yaitu insang. Untuk mengatasi masalah ini, ikan air tawar melakukan osmoregulasi dengan cara sedikit minum dan banyak mengeluarkan urine yang tidak pekat (encer).

### c. Adaptasi Manusia di Pegunungan

Adaptasi fisiologi pada manusia terjadi pada penduduk yang tinggal di daerah pegunungan. Kadar oksigen dan tekanan udara di daerah pegunungan relatif rendah dibandingkan dengan kadar oksigen dan tekanan udara di dataran rendah. Adaptasi fisiologi yang terjadi pada tubuh manusia antara lain terdapatnya butir-butir darah merah yang lebih banyak dalam darah seseorang yang hidup di daerah pegunungan. Hal itu ditandai dengan adanya

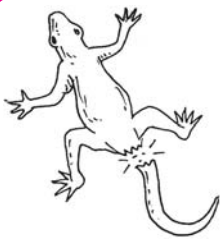


kecenderungan orang-orang yang hidup di daerah pegunungan memiliki kulit yang berwarna kemerah-merahan. Dengan butir-butir darah merah yang lebih banyak, berarti makin banyak pula oksigen yang dapat diikat. Dengan demikian, terpenuhilah kebutuhan oksigen yang diperlukan tubuh.

### 3. Adaptasi Tingkah Laku

Adaptasi tingkah laku juga dapat dengan mudah kita amati, seperti halnya adaptasi morfologi. Adaptasi tingkah laku merupakan penyesuaian diri terhadap lingkungan dalam bentuk tingkah laku. Beberapa hewan yang melakukan adaptasi tingkah laku, diantaranya bunglon dan cecak.

Bunglon dapat mengubah warna kulit tubuhnya sesuai dengan warna lingkungan (*mimikri*). Pada waktu bunglon berada di daun yang berwarna hijau, warna kulitnya menjadi hijau. Pada waktu merayap di tanah atau bebatuan, warna kulitnya menjadi hitam. Jadi, warna kulit bunglon selalu sesuai dengan warna lingkungannya. Tingkah laku demikian menguntungkan bunglon sehingga terhindar dari bahaya ancaman pemangsanya.



Gambar. 3.9 Cicak memutuskan ekornya untuk mengelabui musuh.

Cecak dapat melakukan pemutusan ekornya. Peristiwa demikian terjadi bila lingkungan mengancam keselamatan dirinya, misalnya pada waktu dikejar musuhnya. Ekor cecak dapat diputuskan dan bergerak-gerak sehingga perhatian musuhnya tertuju pada potongan ekor cecak yang masih bergerak-gerak tadi. Keadaan demikian digunakan cecak untuk melarikan diri dari musuhnya. Jadi, dalam keadaan bahaya maka cecak dapat mengelabui pemangsa dengan cara memutuskan ekornya atau yang dikenal dengan peristiwa *autotomi*.



Gambar 3.10 Bunglon berubah warna kulitnya seperti lingkungannya.

Sumber : Ensiklopedi Pelajar, 2005

## Tugas Kelompok

Untuk memahami cara-cara adaptasi makhluk hidup terhadap lingkungannya, jawablah pertanyaan pada tabel di bawah ini dengan cara memberi tanda (✓) pada kolom yang tepat.

No.	Pertanyaan	Macam Adaptasi			
		Morfologi	Fisiologi	Tingkah Laku	Keterangan
1	Bentuk kaki burung sesuai dengan cara hidup dan habitatnya.				
2	Bentuk paruh burung sesuai dengan jenis makanannya.				
3	Herbivora memiliki enzim selulose.				
4	Karnivora memiliki gigi taring yang tajam.				
5	Belalang daun memiliki sayap yang mirip dengan daun.				
6	Kaki seribu menggulung apabila tersentuh.				
7	Burung menelan kerikil untuk membantu pencernaan				
8	Burung malam memiliki lebih banyak sel-sel batang pada retina matanya.				
9	Cumi-cumi mengeluarkan semacam cairan tinta dalam keadaan bahaya.				
10	Kerbau berkubang dalam lumpur pada saat terik matahari				

Buatlah kesimpulan tentang fungsi adaptasi dalam hubungannya dengan kelangsungan hidup makhluk hidup?



Contoh adaptasi tingkah laku adalah:

- a. Ikan paus sering muncul ke permukaan untuk menghirup udara.
- b. Rayap dewasa sering memakan kembali kulit kelupasannya. Hal ini terjadi karena pada saat kulit mengelupas, usus belakang ikut mengelupas dan mengandung flagelata penghasil enzim selulose.
- c. Rayap yang baru menetas menjilati dubur rayap dewasa.
- d. Daun jati menggugurkan daunnya pada musim kemarau.
- e. Pada musim kemarau tanaman kunyit melakukan dormansi (masa tidur).
- f. Pada siang hari beberapa tanaman ada yang menggulungkan daunnya untuk mengurangi penguapan.

## B. Seleksi Alam

### Tujuan Sub Kompetensi

*Setelah mempelajari sub bab ini diharapkan kamu mampu mengidentifikasi kelangsungan hidup makhluk hidup melalui seleksi alam.*

Kalian tentu masih ingat tentang adaptasi. Adaptasi merupakan usaha makhluk hidup untuk mempertahankan diri dari kepunahan. Alamlah yang memilih atau menyeleksi. Makhluk hidup yang tidak dapat beradaptasi akan punah atau migrasi ke tempat/lingkungan yang baru sesuai dengan pola hidupnya. Sedangkan makhluk hidup yang mampu beradaptasi akan tetap bertahan hidup meskipun lingkungannya berubah. Peristiwa punahnya makhluk hidup karena tidak mampu beradaptasi terhadap perubahan alam disebut seleksi alam. Seleksi alam terjadi karena adanya faktor-faktor berikut

#### 1. Predasi

Predasi yaitu adanya hewan yang memangsa hewan lain, sehingga hewan yang dimangsa akan punah atau migrasi ke tempat lain yang aman dari predator.

Contoh : Harimau memangsa rusa.

#### 2. Simbiosis parasitisme

Interaksi antara dua spesies, yang satu mendapat keuntungan dan yang lain dirugikan. Maka spesies yang dirugikan akan punah.

#### 3. Kompetisi

Dalam suatu ekosistem jika terdapat berbagai jenis spesies yang jenis makanannya sama, sedangkan jumlah makanan terbatas, maka akan terjadi persaingan dalam perebutan makanan., sehingga spesies yang kalah dalam persaingan bermigrasi mencari tempat lain yang ada makanannya atau punah.

Contoh: Dalam padang rumput terjadi kompetisi memperebutkan makanan oleh kuda, kambing, rusa, sapi, kerbau, dan lain-lain.

#### 4. Seleksi seksual

Seleksi seksual terjadi karena 1) Apabila suatu spesies memproduksi keturunannya lebih banyak daripada yang dapat bertahan hidup. 2) Adanya variasi diantara individu dalam satu spesies, dari beberapa variasi yang dihasilkan salah satunya akan menghasilkan keturunan yang lebih baik dari yang lain dari individu dari variasi terbaik akan mendukung pertumbuhan populasi.



#### *Kegiatan Penyelidikan*

##### **Tujuan:**

Mengetahui proses terjadinya seleksi alam

##### **Alat dan Bahan:**

1. Tali rafia 4 m
2. Kertas manila dengan warna yang bermacam-macam
3. Gunting
4. Patok kayu

##### **Langkah Kerja:**

1. Potonglah kertas manila dengan ukuran 2 x 2 cm. masing-masing warna dipotong dalam jumlah yang diperkirakan seimbang sampai mencapai 100 lembar.!
2. Pergilah ke lapangan terbuka, ukurlah suatu tempat seluas 1 m<sup>2</sup> dan tandailah titik sudutnya dengan paku/patok kayu!
3. Pasanglah tali rafia mengelilingi area sebagai pembatas dengan mengaitkannya pada patok kayu!
4. Sebarkan secara merata potongan kertas manila sejumlah 100 lembar itu ke dalam area!
5. Mintalah salah seorang temanmu memungut kembali potongan kertas itu selama 3 menit tanpa menghiraukan jenis kertas!

### Pertanyaan:

1. Berapa jumlah potongan kertas yang dapat diambil? Apa saja warnanya?
2. Berapa jumlah potongan kertas yang tidak diambil? Apa saja warnanya?
3. Jika kertas yang diambil diumpamakan sebagai makhluk hidup yang tidak mampu bertahan hidup, maka berapa persenkah organisme yang tetap hidup?

Setelah makhluk hidup mampu beradaptasi dengan lingkungan barunya secara turun-temurun, maka pada suatu saat akan dihasilkan turunan yang berbeda dengan nenek moyangnya. Dengan kata lain terbentuklah *varian baru* yang mengarah pada terbentuknya jenis baru. Maka jelaslah bahwa alam akan menyeleksi makhluk hidup yang ada di dalamnya. Perhatikanlah contohnya pada gambar ini di bawah ini!



Gambar: 3.11 Adaptasi kupu-kupu *Biston betularia*

Sumber: Encharta  
ensiklopedia, 2008

Pada gambar di atas merupakan salah satu contoh peristiwa seleksi alam yang terjadi di Inggris. Jenis kupu-kupu yang banyak dijumpai di daerah industri adalah kupu-kupu bersayap gelap hitam. Sedangkan kupu-kupu yang banyak dijumpai di daerah pertanian adalah kupu-kupu bersayap cerah. Mengapa demikian? Selidikilah!

Kasus seleksi alam yang lain adalah makin punahnya burung puyuh liar. Lingkungan hidupnya adalah di daerah bebatuan atau daerah bidang yang tanahnya bergumpal-gumpal. Pada lingkungan ini burung puyuh akan lebih sesuai sehingga sulit ditangkap musuhnya. Saat ini ladang bebatuan mulai langka dan petani jarang yang menggali-gali ladang. Sehingga burung puyuh sulit bersembunyi, akibatnya burung puyuh sekarang terancam punah.

Adanya seleksi alam dan adaptasi mengakibatkan terjadinya perubahan jenis makhluk hidup dari generasi ke generasi. Proses tersebut berlangsung dalam waktu yang lama. Perubahan itu dapat mengarah terbentuknya jenis baru, peristiwa ini dikenal sebagai *evolusi*. Evolusi merupakan perubahan makhluk hidup yang terjadi secara perlahan-lahan dalam jangka waktu yang lama. Teori evolusi yang sangat terkenal adalah teori evolusinya Darwin.

Menurut Darwin, pada mulanya nenek moyang jerapah ada yang berleher panjang dan ada yang berleher pendek. Jerapah yang berleher pendek akan musnah karena kalah bersaing dengan jerapah yang berleher panjang dalam hal mencari makanan, sedangkan jerapah yang berleher panjang dapat terus mempertahankan kelangsungan hidupnya. Selanjutnya sifat jerapah berleher panjang diwariskan kepada keturunannya, oleh karena itu keturunan jerapah yang hidup sekarang ini berleher panjang.



Gambar : 3.12 Jerapah berleher panjang

Sumber: *Encharta Ensiklopedi*, 2008

Dari hasil pengamatan ini, Darwin berpendapat bahwa:

- a. Spesies yang hidup sekarang ini berasal dari spesies-spesies yang hidup pada masa silam.
- b. Evolusi terjadi karena seleksi alam.

Dua pendapatnya tersebut didukung oleh hasil pengamatannya selama mengadakan ekspedisi ke kepulauan Galapagos. Menurut Darwin, nenek moyang burung finch di kepulauan Galapagos berasal dari Ekuador, Amerika Selatan. Karena sesuatu hal burung itu bermigrasi dan sampai di kepulauan Galapagos. Di Ekuador burung tersebut memakan biji-bijian sebagai makanannya. Di Galapagos burung finch tidak menemukan biji-bijian sebagai makanannya, yang akhirnya burung itu beradaptasi dengan makanan yang ada di kepulauan Galapagos. Anggota populasi yang paruhnya sesuai dengan kondisi makanan di kepulauan Galapagos.

## Evaluasi

1. Apakah yang dimaksud dengan adaptasi?
2. Apakah tujuan dari adaptasi?
3. Sebutkan masing-masing tiga contoh bentuk adaptasi anatomis, fisiologis dan tingkah laku pada makhluk hidup!
4. Mengapa seleksi alam berperan bagi makhluk hidup untuk melestarikan jenisnya? Jelaskan!

## C. Kelangsungan Hidup Makhluk Hidup Melalui Perkembangbiakan

### Tujuan Sub Kompetensi

*Setelah mempelajari sub bab ini diharapkan kamu mampu mengidentifikasi kelangsungan hidup makhluk hidup melalui perkembangbiakan.*

Untuk meneruskan kelangsungan hidup, maka makhluk hidup harus mampu menghasilkan generasi baru sebagai penerus di muka bumi sehingga keberadaannya terhindar dari kepunahan. Misalnya, pohon pisang tumbuh tunas baru, yang akan tumbuh menjadi pohon pisang, pohon jagung menghasilkan biji yang tumbuh menjadi tanaman jagung, burung merpati yang menghasilkan telur yang menetas menjadi anak burung, hewan mamalia termasuk manusia yang melahirkan bayi akan tumbuh dewasa.

Batas umur makhluk hidup akan mempengaruhi masa reproduksi, yaitu apabila semakin panjang batas umur makhluk hidup maka masa reproduksinya, semakin panjang pula. Dan sebaliknya semakin pendek batas umurnya maka masa reproduksinya pendek pula. Sebagai contoh, tanaman mangga memerlukan waktu 5 tahun untuk berbuah, sedangkan pada pohon jagung siap dipanen berumur 4 bulan atau orang hutan siap berkembang biak saat berumur sekitar 10 tahun, sedangkan kelinci baru berumur 3 bulan telah siap untuk berkembang biak.

### 1. Perkembangbiakan Tumbuhan

Bagaimanakah tumbuhan melakukan perkembangbiakan? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, coba kerjakanlah tugas di bawah ini!

#### Tugas Kelompok

1. Tanamlah 5 biji jagung dan 30 cm batang umbi kayu (ketela pohon) di media tumbuh (Pot)!
2. Siramilah setiap pagi dan sore hari, biarkan tumbuh beberapa hari!
3. Amatilah pertumbuhan kedua tanaman tersebut dan diskusikan dengan temanmu mengenai cara perkembangan kedua tanaman itu!

Banyak cara yang dilakukan oleh manusia untuk mendapatkan keturunan suatu jenis tanaman, misalnya untuk memperoleh bibit jagung, maka manusia dapat menanam jagung dengan menggunakan bijinya. Sedangkan untuk memperoleh bibit

umbi kayu, manusia menanam umbi kayu dengan menggunakan batang yang sudah tua.

Untuk mengembangbiakan tumbuhan, seperti pada tanaman jagung menggunakan biji merupakan hasil perkawinan sel kelamin jantan dengan sel kelamin betina disebut *perkembangbiakan secara generatif*, sedangkan tanaman umbi kayu dengan batang bukan sebagai alat perkawinan disebut *perkembangbiakan secara vegetatif*.

Untuk lebih jelasnya, ikutilah pembahasan berikut ini!

## 1. Perkembangbiakan Secara Generatif

Tumbuhan dikatakan berkembangbiak secara generatif apabila tumbuhan tersebut mempunyai kemampuan memperbanyak anggota jenisnya karena terjadi pembuahan sel kelamin betina oleh sel kelamin jantan.

Tumbuhan berbiji sering disebut *Phanerogamae* artinya alat kelamin tumbuhan tampak dari luar atau disebut *Anthopyta* artinya tumbuhan yang mempunyai bunga. Apabila tanaman mempunyai satu bunga yang terletak pada ujung batangnya dan di dalam bunga hanya terdapat satu alat kelamin jantan (putik) atau satu alat kelamin betina (benang sari) saja disebut bunga tunggal. Jika tanaman mempunyai banyak bunga sebagian terdapat di dalam ketiak daun, sebagian pada ujung batang atau cabangnya dan di dalam bunga mempunyai alat kelamin jantan dan betina disebut bunga majemuk.

Untuk lebih jelasnya, apa yang disebut bunga? Ikutilah penjelasan berikut!

### a. Bagian-Bagian Bunga

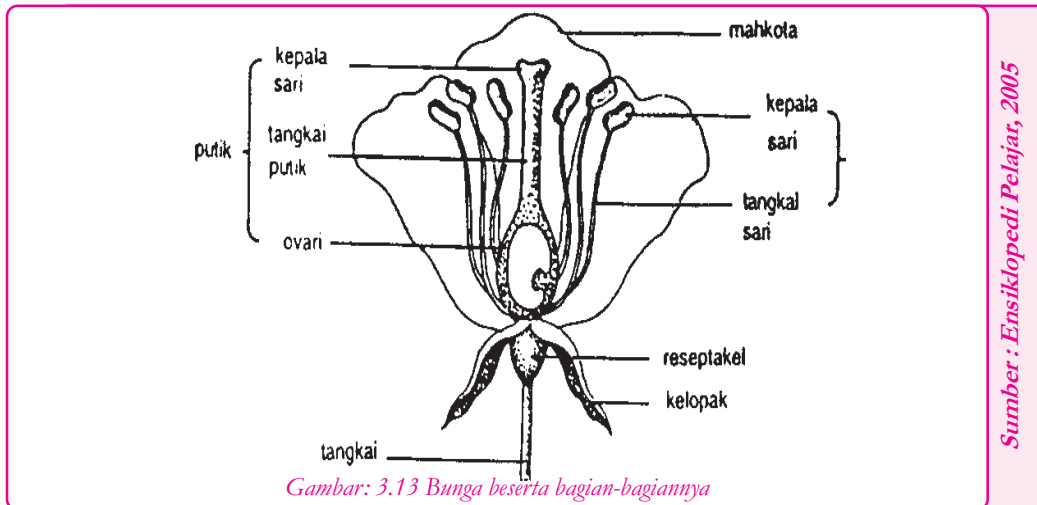
Terdiri dari apakah bagian-bagian bunga itu? Coba lakukan kegiatan berikut!



#### *Kegiatan Penyelidikan*

1. Petiklah 1 tangkai bunga mawar atau melati!
2. Amati dan sebutkan bagian-bagiannya!
3. Diskusikan dengan teman-temanmu!

Coba kamu bandingkan hasil pengamatanmu dengan pembahasan berikut ini! Perhatikanlah gambar di bawah ini!



Bunga terdiri atas dua bagian, yaitu:

### 1) *Perhiasan Bunga*

Perhiasan bunga adalah bagian bunga yang terdiri atas kelopak dan mahkota. Kelopak berfungsi melindungi bunga yang masih kuncup dan sebagai penyangga bunga yang sudah mekar, sedangkan mahkota merupakan helaian yang berwarna dan berfungsi sebagai pemikat serangga.

### 2) *Alat kelamin*

Alat kelamin bunga terdiri atas benang sari dan putik. Benang sari merupakan alat kelamin jantan yang menghasilkan sel kelamin jantan dan putik merupakan alat kelamin betina yang menghasilkan sel kelamin betina.

Benang sari pada bunga yang masih kuncup, kotak sarinya masih tertutup dan kepala sarinya masih muda dan kaku. Setelah menjadi bunga sempurna dan benang sari menjadi tua, serta masak maka kotak sari menjadi terbuka sehingga serbuk sari keluar. Karena serbuk sari bersifat lengket akan mudah menempel pada putik.

Pada bagian pangkal putik berbentuk menggembung dinamakan *ovarium* yang berisi satu atau lebih bakal biji, dan di dalam bakal biji terdapat sel kelamin betina (*ovum*). Sedangkan pada bagian ujung putik berbentuk seperti tangkai yang ujungnya lancip atau mendatar dinamakan kepala putik. Untuk jenis bunga yang penyerbukannya dibantu oleh angin, maka kepala putiknya berbulu dan terentang keluar dari bunga sehingga mudah menangkap serbuk sari yang melayang-layang di udara dan terjadilah penyerbukan.

## **b. Penyerbukan dan pembuahan**

Terjadinya proses penyerbukan merupakan suatu peristiwa yang berkaitan dengan alat kelamin betina (putik) yang terbentuk zigot yang tumbuh dan berkembang menjadi embrio atau lembaga yang berlanjut pada proses pembuahan pada jenis tumbuhan.

Untuk lebih jelasnya, pelajari pada uraian penyerbukan dan pembuahan di bawah ini.

### **1) Penyerbukan**

Penyerbukan atau persarian yaitu sampainya serbuk sari yang mengandung spermatozoa pada putik yang mengandung sel telur (*ovum*) berasal dari tumbuhan berbiji tertutup atau pada testis penyerbukan tumbuhan berbiji terbuka.

Dilihat dari penyebab terjadinya penyerbukan ada 2 macam, yaitu berdasarkan sampainya serbuk sari pada kepala putik dan berdasarkan asal serbuk sari tumbuhan berbiji.

#### **a) Berdasarkan penyebab sampainya serbuk sari**

Berdasarkan penyebab sampainya serbuk sari pada putik, maka peristiwa penyerbukan digolongkan menjadi 4 macam, yaitu:

##### **(1). Anemogami**

Penyerbukan terjadi pada bunga karena bantuan angin, dengan ciri-ciri yaitu jumlah serbuk sarinya banyak dan ringan, tidak memiliki perhiasan bunga, kedudukan serbuk sari bergantung dan kepala putiknya. Contohnya: tanaman padi, dan gandum.

##### **(2). Hydrogami**

Penyerbukan terjadi pada bunga karena bantuan air, pada umumnya jenis tumbuhan air yaitu serbuk sari bunga jantan yang terbawa air menuju ke putik bunga betina sehingga terjadi penyerbukan. Contohnya: tanaman Hydrilla.

##### **(3). Zoidiogami**

Penyerbukan dibantu oleh serangga disebut *Entomogami*. Bunganya memiliki bau yang khas dengan mahkota berwarna mencolok serta mempunyai kelenjar madu yang berfungsi sebagai daya tarik serangga untuk mendekat.

##### **(4). Antropogami**

Penyerbukan dibantu oleh manusia disebut *Antropogami*. Karena secara alami tanamannya sulit menghasilkan buah sehingga harus ada campur tangan manusia. Contohnya: Tanaman vanili



## b) Berdasarkan serbuk sari

Proses penyerbukan terjadi berdasarkan asal serbuk sarinya, yaitu serbuk sari yang jatuh di kepala putik dapat berasal dari jenis tanaman bunga tunggal atau berasal dari bunga lain pada jenis tanaman majemuk dalam satu pohon. Berdasarkan asal jatuhnya serbuk sari, dibedakan menjadi 4 macam, yaitu:

### (1) Autogami

Penyerbukan terjadi karena serbuk sari yang jatuh di kepala putik berasal dari satu bunga itu sendiri.

### (2) Geitonogami

Penyerbukan terjadi karena serbuk sari yang jatuh di kepala putik berasal dari bunga lain dalam satu pohon.

### (3) Alogami

Penyerbukan terjadi karena serbuk sari yang jatuh di kepala putik berasal dari bunga lain yang berbeda pohon, tetapi masih satu spesies atau penyerbukan silang.

### (4) Bastar

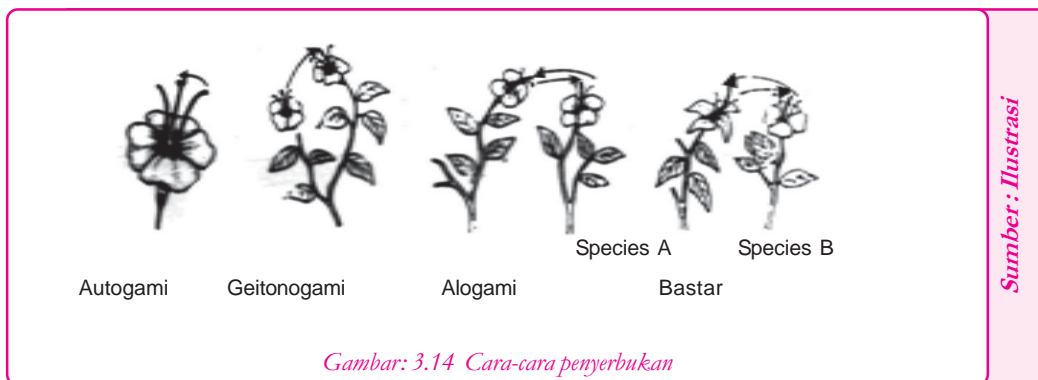
Penyerbukan terjadi karena serbuk sari yang jatuh di kepala putik berasal dari bunga lain yang spesiesnya berbeda.

## 2. Pembuahan

Setelah serbuk sari bertemu sel telur, maka terjadi pembuahan yang merupakan peleburan antara sel kelamin jantan dengan sel kelamin betina menjadi zigot, selanjutnya akan tumbuh dan berkembang menjadi embrio atau lembaga yang berada di dalam biji.

Ada berapa macam tumbuhan berbiji itu? Tumbuhan berbiji ada dua macam, yaitu tumbuhan biji tertutup (*Angiospermae*) dan tumbuhan biji terbuka (*Gymnospermae*).

### a. Tumbuhan Biji Tertutup (*Angiospermae*)



*Angiospermae* merupakan golongan tumbuhan yang menghasilkan biji yang dilindungi oleh daging buah (*karpel*) yang tampak dari luar mulai sejak bakal buah hingga menjadi biji. Alat perkawinan berupa bunga yang memiliki hiasan bunga dan sistem buahnya ganda. Contohnya: tanaman jeruk keprok (*Citrus nobilis*) mangga (*Mangifera indica*) dan tomat (*Licopersicum esculentum*).

**b. Tumbuhan Biji terbuka (*Gymnospermae*)**

*Gymnospermae* merupakan golongan tumbuhan yang menghasilkan biji dalam keadaan tertutup oleh daging buah (*karpel*) yang tampak dari luar mulai sejak bakal buah hingga menjadi biji. Memiliki alat kelamin berupa bunga yang berbentuk kerucut dan tidak memiliki hiasan bunga. Pada umumnya sistem pembuahannya tunggal dan pola percabangan pada poros batangnya tumbuh lurus. Contohnya: tanaman mlinjo (*Gnetum gnemon*) dan pakis haji (*Cycas rumphii*)

**c. Perkembangbiakan Secara Vegetatif**

Perkembangan secara vegetatif (tak kawin), yaitu terjadinya proses perkembangbiakan tidak melihat alat perkawinan atau tidak tergantung dengan adanya alat kelamin jantan dan betina. Perkembangbiakan secara vegetatif dapat dibedakan menjadi dua cara, yaitu perkembangbiakan vegetatif alamiah dan perkembangbiakan buatan. Apa maksudnya?

Perkembangan vegetatif alamiah terjadi apabila terbentuknya individu baru dengan sendirinya (tanpa bantuan manusia) dan perkembangbiakan vegetatif buatan terjadi apabila manusia melakukan budidaya tanaman untuk mendapatkan individu baru. Untuk lebih jelasnya, ikuti pembahasan berikut ini!

**1) Perkembangbiakan Vegetatif Alamiah**

**a). Tunas Adventif**

Seperti tunas pada pohon pisang, tebu dan bambu berasal dari ruas batang bertunas yang terdapat di dalam tanah dan tumbuh menjadi tumbuhan baru yang membentuk rumpun di dekat induknya

Sedangkan tunas adventif merupakan tunas liar yang tumbuh bukan berasal dari ruas batang atau ketiak daun maupun pada ujung batang. Tunas ini sering dijumpai pada daun cocor bebek dan akar cemara, apel, sukun, kesemek maupun umbi ketela rambat. Perhatikanlah gambar berikut!

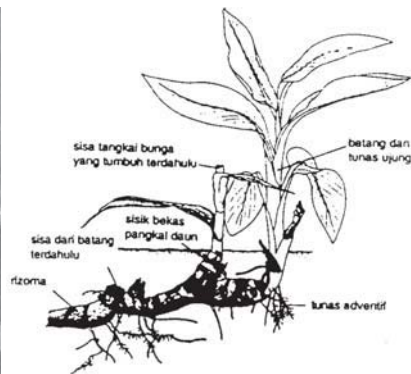
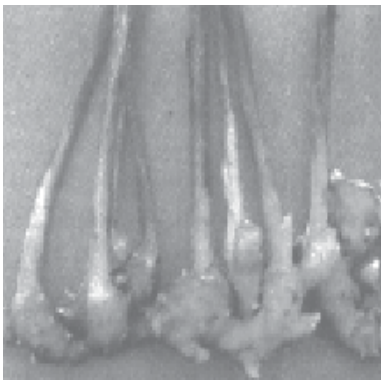


*Gambar: 3.15 Tunas adventif  
pada cocor bebek*

*Sumber : Biologi Umum, 1998*

#### b) Akar Rimpang (Rhizoma)

Rhizoma merupakan batang yang tumbuh menjalar dalam tanah. Akar tinggal biasanya bercaang dan membesar karena berisi cadangan makanan. Seperti halnya geragih, rhizoma juga memiliki banyak ruas. Di setiap ruas terdapat daun yang berubah bentuknya menjadi sisik. Mengingat sisik pada rhizoma merupakan perubahan dari daun, maka pada ketiak sisik terdapat tunas sebagaimana halnya ketiak daun pada umumnya. Jika lingkungan memungkinkan, maka tunas di ketiak sisik akan tumbuh menjadi tumbuhan dewasa. Rhizoma terdapat pada tumbuhan jahe-jahean, seperti kunyit, lengkuas, jahe, temulawak temu giring.

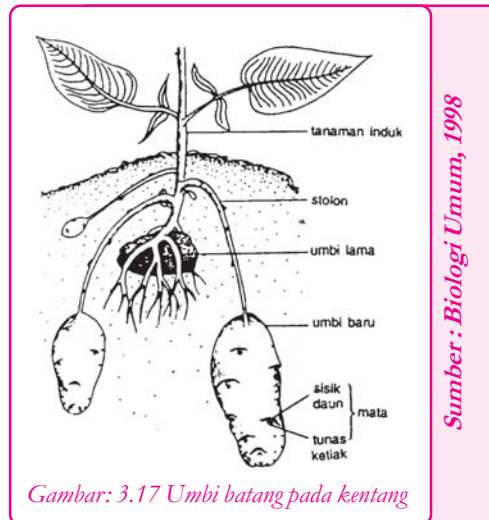


*Gambar: 3.16 Rhizoma*

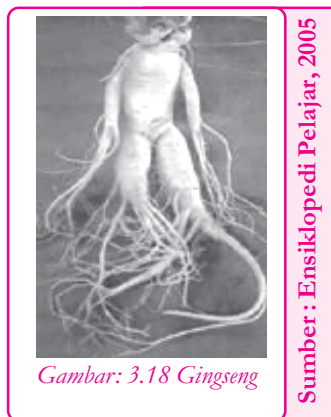
*Sumber : Biologi Umum, 1998*

### c) Umbo Batang

Umbo batang sebenarnya suatu batang yang tumbuh di dalam tanah. Pada permukaan umbinya terdapat daun berbentuk sisik dan di setiap ketiak sisiknya terdapat kuncup ketiak. Selanjutnya sisik dan kuncup tersebut membentuk mata yang akan tumbuh menjadi tanaman baru. Selain sebagai tumbuh tunas, fungsi utama umbo batang adalah sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan terutama zat karbohidrat atau tepung, seperti pada tanaman kentang dan gembili. Perhatikanlah gambar berikut!



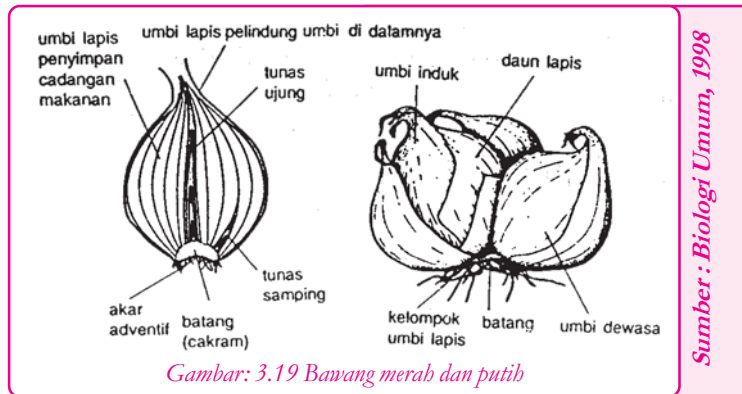
### d) Umbo Akar



Umbo akar sebenarnya akar yang tidak berbuku-buku, tidak bersisik daun, tidak mempunyai tunas. Umbo akar berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan. Oleh karena itu, apabila hanya umbo saja yang ditanam tidak akan tumbuh, tetapi jika umbo yang masih melekat pada pangkal batang induknya, maka akan segera bertunas yang dapat tumbuh menjadi tumbuhan baru, seperti umbo singkong dan dahlia.

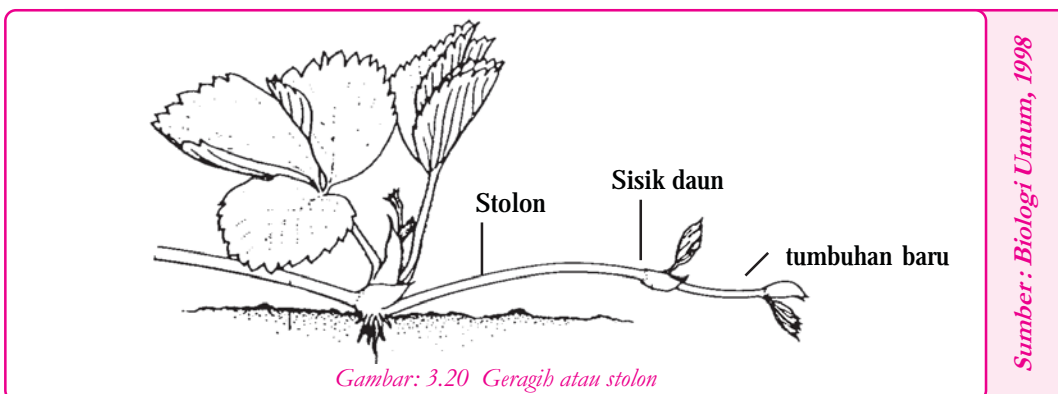
e). **Umbi Lapis**

Umbi lapis sebenarnya batang berbentuk cakram dan berbuku-buku sangat rapat yang berada di dalam tanah, pada setiap buku tumbuh daun yang pelepahnya bertumpuk lapis yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan. Pada setiap ketiak daun terdapat tunas ketiak. Tunas ketiak terluarnya dapat membentuk kuncup (siung) yang akan tumbuh menjadi umbi lapis baru, seperti tanaman bawang merah, bawang putih, bunga tulip, dan bakung. Perhatikanlah gambar berikut!



f). **Geragih (Stolon)**

Geragih (stolon) adalah batang berbuku-buku yang tumbuh menjalar di atas atau di dalam tanah. Pada buku-bukunya terdapat tunas yang kuncup ujungnya menyentuh tanah dan bagian bawahnya tumbuh akar serabut. Setelah tunas tersebut jauh dari induknya, kemudian ujung geragih akan membelok ke atas akan tumbuh menjadi tumbuhan baru yang hidupnya sudah tidak bergantung pada induknya meskipun masih tetap berhubungan. Contohnya arbei, pegagan, dan rumput teki. Perhatikanlah gambar berikut!



#### **d. *Perkembangbiakan Vegetatif Buatan***

Perkembangbiakan vegetatif buatan terjadi apabila terbentuknya individu baru dari rekayasa manusia untuk memperoleh hasil seperti yang diharapkan. Perkembangbiakan vegetatif buatan biasanya digunakan manusia pada bidang pertanian sebagai salah satu cara untuk mempercepat produksi pangan. Cara perkembangbiakan tersebut meliputi:

##### **1). Mencangkok**

Mencangkok biasanya dilakukan manusia pada tanaman buah-buahan seperti tanaman mangga, jeruk, rambutan dan jambu. Pada cabang tanaman yang akan dicangkok harus tegak, lurus, garis tengah berkisar 2-3 cm, kondisinya bagus, subur, kuat, sehat, dan berkambium. Bagaimanakah cara mencangkok tanaman-tanaman tersebut? Coba lakukan kegiatan percobaan berikut:

#### **Tugas Kelompok**

1. Pilihlah satu batang atau cabang tanaman buah mangga atau jambu yang tegak lurus dan diameternya sekitar 2-3 cm.!
2. Irislah kulitnya dengan sayatan melingkar sepanjang 5 cm dan bersihkan bekas sayatan tersebut.!
3. Pada bagian batang yang telah hilangkan kulitnya kemudian ditutup dengan tanah subur secukupnya.!
4. Selanjutnya bungkuslah rapat-rapat dengan sabut kelapa atau plastik yang dilubangi dan ikatlah dengan tali plastik.!
5. Siramlah air secukupnya pada pagi hari dan sore hari.!
6. Biarkan beberapa hari sampai tumbuh akarnya!



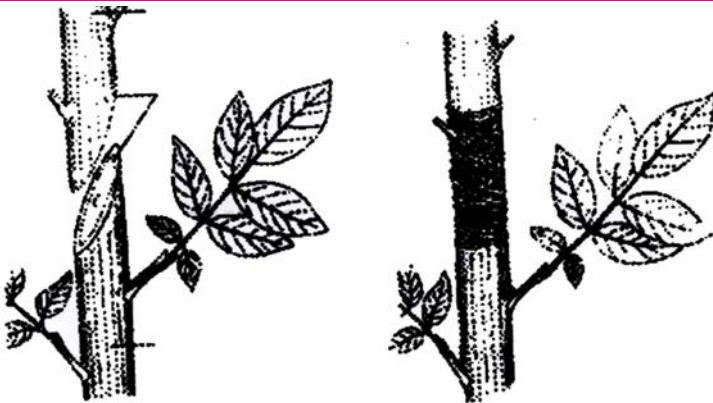
*Gambar: 3.21 urutan mencangkok pada batang atau cabang pohon*

Apakah kelebihan mengembangkan dengan cara mencangkok itu? Kelebihan perkembangbiakan dengan cara mencangkok yaitu memperbanyak tanaman tidak tergantung pada biji, keturunan yang diperoleh akan lebih cepat berproduksi dan keturunannya mempunyai sifat yang sama dengan induknya.

Akan tetapi cara mencangkok tersebut banyak dijumpai kelemahannya, seperti pada induk tanaman yang terlalu banyak dicangkok akan mudah mati, diperoleh jumlah keturunan (cangkokan) hanya sedikit dari tanaman induknya, sistem perakarannya dangkal dan tidak kuat, mudah terserang penyakit dan tidak dapat diperoleh variasi keturunan sifat baru.

## 2). Menyambung

Perhatikanlah gambar di bawah ini!



*Gambar: 3.22 Menyambung pada pohon*

*Sumber : Biology Principles and Applications, 1994*

Menyambung merupakan penggabungan dari dua tanaman semarga. Masing-masing tanaman memiliki sifat, seperti batang pokok tanamannya memiliki akar yang kokoh dan kuat dan batang yang disambungkan memiliki buah lebih produktif yang rasanya manis.



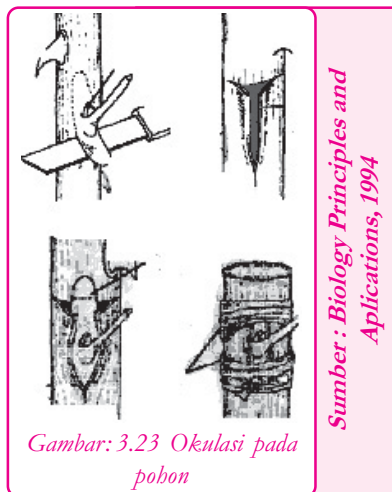
Kapan sebaiknya melakukan penyambungan tanaman? Penyambungan tanaman sebaiknya dilakukan pada saat musim hujan, karena pada musim hujan merupakan musim pertumbuhan tanaman sehingga sel kambiumnya sedang aktif.

Bagaimana cara melakukan penyambungan tanaman? Setelah batang dipotong, bersegeralah menyambung, bagian kambium potongan batang bawah saat menempel harus sangat dekat dengan bagian kambium potongan batang bagian atas. Hal ini dimaksudkan agar jaringan pelindung yang berupa parafin, membran, kambium, sel kambium, dan sel pepagan dapat membentuk jaringan penutup luka (kalus).

Jaringan kalus dari kedua potongan batang tanaman yang disambungkan akan menyatu dan membentuk jaringan kambium baru yang mempersatukan kedua batang tersebut. Selanjutnya kambium terus-menerus menghasilkan translokasi air, makanan dan mineral dari sambungan batang bagian bawah ke batang bagian atas untuk pertumbuhan.

### 3). Menempel (Okulasi)

Perhatikanlah gambar di bawah ini!



Menempel atau okulasi adalah menggabungkan sifat-sifat dua tanaman yang sejenis dengan cara memindahkan atau menempel tunas dari tanaman satu ke batang tanaman yang lain, misalnya, ada satu jenis tanaman jeruk yang batangnya lemah tetapi buahnya manis diambil tunasnya kemudian ditempelkan pada jenis tanaman jeruk lain yang batangnya kuat.

### Tugas Individu

Satu pohon mangga dapat menghasilkan dua atau tiga macam buah mangga yang berbeda? Bagaimana caranya? Selidikilah!



#### 4). Setek

Setek yaitu membuat bibit tanaman dengan cara memotong batang tanaman induk langsung di tanam. Untuk merangsang percepatan pertumbuhan akar dapat menggunakan hormon tumbuh yang berbentuk tepung atau larutan seperti asam indol asetat, asam indol butirat dan asam naftalenasetat, cara penggunaannya cukup dioleskan pada pangkal setek yang akan ditanam.

Beberapa jenis tanaman yang dapat dikembangkan dengan setek antara lain mawar, melati, umbi kayu, umbi jalar, randu, dan tebu.



## 2. Perkembangbiakan Pada Hewan

Seperti halnya tumbuhan, perkembangbiakan hewan bertujuan untuk mempertahankan keberadaannya atau kelangsungan hidup jenisnya sehingga terhindar dari kepunahan.

Perkembangbiakan hewan digolongkan menjadi dua yaitu perkembangbiakan hewan tingkat rendah dan perkembangbiakan hewan tingkat tinggi.

### a. Perkembangbiakan hewan tingkat rendah

#### 1). Perkembangbiakan bersel satu (protozoa)

Perkembangbiakan hewan tingkat rendah bersel satu dapat berkembangbiak secara generatif dan secara vegetatif,

#### a). Perkembangbiakan hewan tingkat rendah bersel satu secara generatif

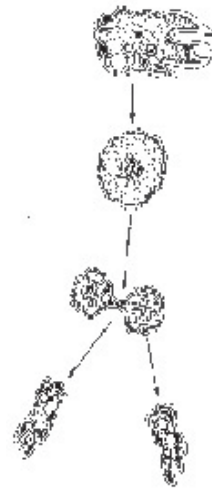
Ada jenis hewan tingkat rendah bersel satu yang berkembangbiak secara generatif tetapi tidak melibatkan sel kelamin, contohnya paramecium. Jenis hewan tersebut berkembangbiak dengan cara melakukan pertukaran inti sel di antara keduanya yang saling meleburkan diri, selanjutnya melakukan serangkaian pembelahan inti sel sehingga terbentuk dua individu baru. Proses perkembangbiakan tersebut disebut konjungsi.

b). **Perkembangbiakan hewan tingkat rendah bersel satu secara vegetatif**

Pada perkembangbiakan hewan tingkat rendah bersel satu secara vegetatif tidak akan menghasilkan keturunan yang banyak variasinya karena tidak melibatkan individu lain atau dari dirinya sendiri dengan menggunakan bagian tubuh sudah dapat dibentuk individu baru sebagai generasi penerus keturunannya. Ada 3 cara perkembangbiakan hewan tingkat rendah secara vegetatif, yaitu:

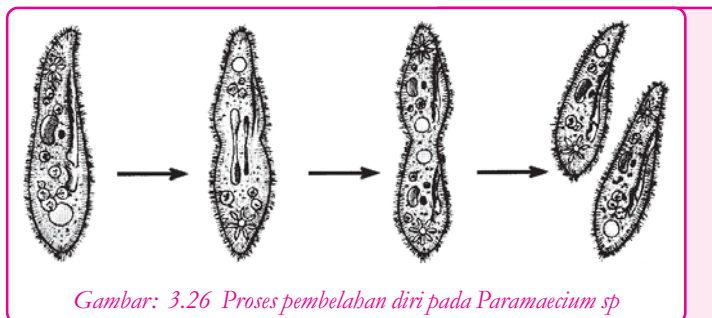
- **Pembelahan Sel**

Perkembangbiakan hewan tingkat rendah bersel satu secara vegetatif dengan pembelahan sel dapat dijumpai pada Amuba (*Amoeba proteus*), *Paramecium caudatum* dan *Euglena viridis*



Gambar: 3.25 Proses pembelahan diri pada *Amoeba sp*

Sumber : *Biology a Modern Introduction, 1978*



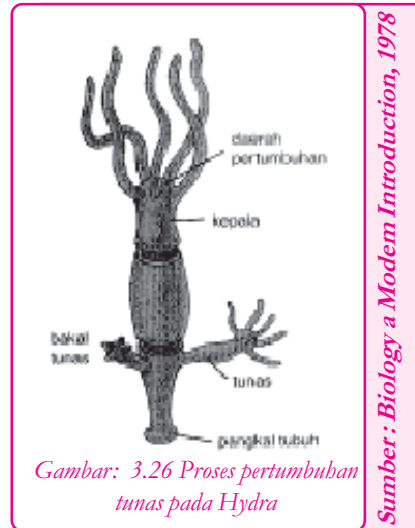
Gambar: 3.26 Proses pembelahan diri pada *Paramecium sp*

Pada awalnya sel amuba membulat, kemudian sel tersebut bersama intinya memanjang, selanjutnya sitoplasma mengenting ditengah yang akhirnya sitoplasma terpisah dan sel Amoeba terbelah menjadi dua sel baru yang masing-masing mempunyai inti sel.

Proses pembelahan tersebut berlangsung dalam kondisi lingkungan yang baik, yaitu pada suhu yang tidak terlalu rendah dan udara yang tidak terlalu panas serta cukup tersedia zat makanan. Jika kondisi lingkungan berubah menjadi tidak baik, maka amuba akan membentuk pelindung yang cukup tebal disebut kista, di dalam kista tersebut amuda mengadakan pembelahan diri berkali-kali dan menjadi banyak, sehingga apabila lingkungannya kembali membaik, maka kista amuba pecah dan keluarlah amuba-amuba baru yang jumlahnya banyak.

- **Pertunasan**

Pada umumnya makhluk hidup yang berkembangbiak dengan tunas terjadi pada tumbuh-tumbuhan, tetapi ada jenis hewan yang berkembangbiak dengan tunas seperti hydra, hewan karang dan anemon.



Hydra adalah jenis mikroorganisme yang hidup di air, tubuh hydra disebut polip artinya sejenis tabung hidup terdapat lengan-lengan (tentakel-tentakel) yang berfungsi untuk menangkap mangsa. Tunas pada hydra berasal dari dinding polip yang mengandung lapisan jaringan epidermis dan gastrodermis.

Sebelum tunas memisahkan diri dari induknya, tunas tersebut memperoleh makanan dari induknya dan setelah mampu mencari makan sendiri dengan tentakel-tentakel, tunas itu segera melepaskan diri dari tubuh induknya dan menjadi hydra baru.

- **Fragmentasi**

Fragmentasi merupakan perkembangbiakan dengan cara tumbuhnya kembali bagian tubuh yang terpotong dari tubuh induknya menjadi individu baru.

Cara perkembangbiakan fragmentasi hanya terjadi pada hewan yang mempunyai daya regenerasi sangat tinggi, seperti pada jenis cacing pipih (planaria).

## 2). **Perkembangbiakan hewan tingkat rendah bersel banyak**

Cara perkembangbiakan setiap jenis hewan tingkat rendah mempunyai keunikan sendiri-sendiri, misalnya keunikan perkembangbiakan cacing tanah.

### **Perkembangbiakan Cacing Tanah**

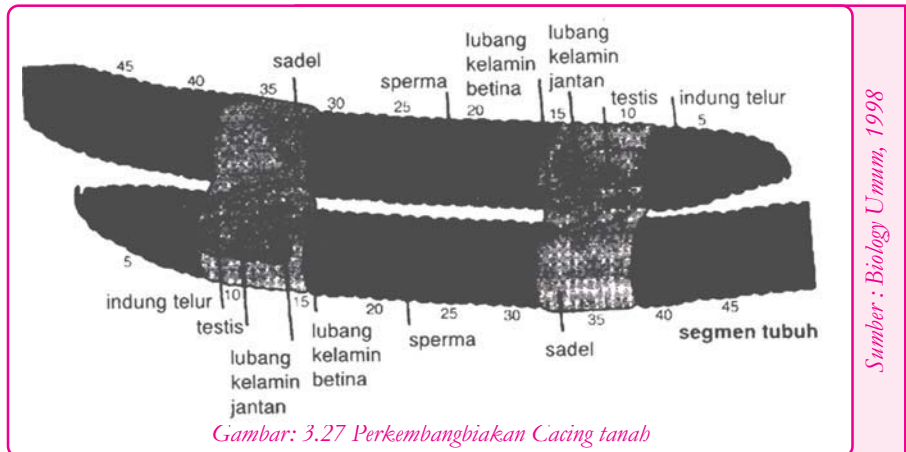
Cacing tanah memiliki keunikan pada alat kelaminnya, yaitu di dalam tubuh seekor cacing tanah terdapat alat kelamin jantan dan alat kelamin betina disebut (hermaprodit).

Apakah seekor cacing tanah yang memiliki alat kelamin jantan dan alat kelamin betina dapat mengadakan pembuahan sendiri? Cacing tanah jarang mengadakan pembuahan sendiri, hal ini disebabkan letak testis yang terpisah dengan ovarium dan tak

terdapat saluran yang menghubungkan keduanya, serta matangnya sel sperma dan sel telur dalam tubuh tidak terjadi bersamaan.

Cacing tanah melakukan perkawinan silang. Dari perkawinan silang tersebut akan terjadi proses pembuahan, dimana sel telur cacing tanah yang satu dibuahi sel sperma cacing tanah yang lain atau sebaliknya.

Dengan demikian kedua cacing tersebut berpotensi menghasilkan telur yang telah dibuahi dan mampu menetas menjadi cacing-cacing tanah baru. Perhatikan gambar di bawah ini!



Sumber : Biology Umum, 1998

## b. Perkembangan hewan tingkat tinggi

Perkembangbiakan hewan tingkat tinggi terjadi hanya secara generatif, yaitu spermatozoa bertemu dengan ovum yang disebut sebagai pembuahan. Pada hewan tingkat tinggi proses pembuahan bisa terjadi di dalam tubuh induk disebut (*fertilisasi internal*) maupun pembuahan di luar tubuh induk disebut (*fertilisasi eksternal*).

### 1). Fertilisasi internal

Proses pembuahan yang berlangsung di dalam tubuh induk (*fertilisasi internal*) dapat terjadi pada hewan yang bertelur dan hewan beranak atau menyusui.

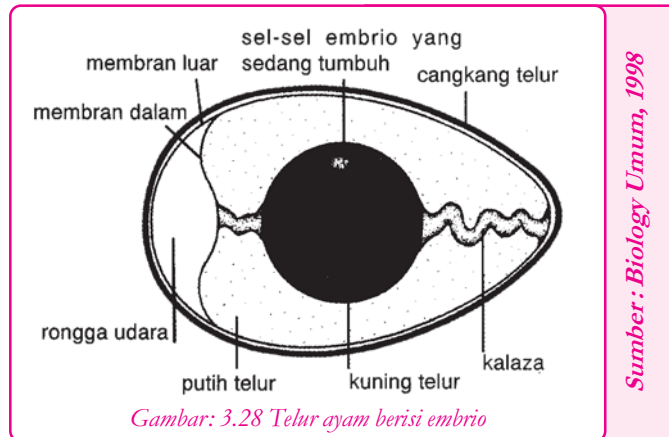
#### a). Hewan bertelur

Seperti halnya burung, ayam juga melakukan pembuahan yang terjadi di dalam tubuh induknya. Hal ini dapat terjadi karena alat kelamin hewan tersebut tersusun atas bagian-bagian yang memungkinkan terjadinya pembuahan di dalam.

Pada ayam betina kelenjar kelaminnya berwarna abu-abu yang terletak di atas ginjal. Tetapi hanya terdapat satu kelenjar kelamin terletak di sebelah kanan yang dapat tumbuh dan

berfungsi dengan sempurna. Sedangkan kelenjar kelamin bagian kiri tidak dapat tumbuh dengan sempurna. Pada bagian ujung saluran telur tampak membesar membentuk suatu rahim (uterus), rahim berfungsi sebagai proses pembuahan, saluran tersebut juga bermuara di kloaka.

Pada ayam jantan, testis terbentuk bulatan putih merupakan kelenjar kelamin yang terletak di dekat ginjal, berjumlah dua buah. Saluran sperma letaknya yang berhimpitan dengan saluran kemih dan bermuara di kloaka.



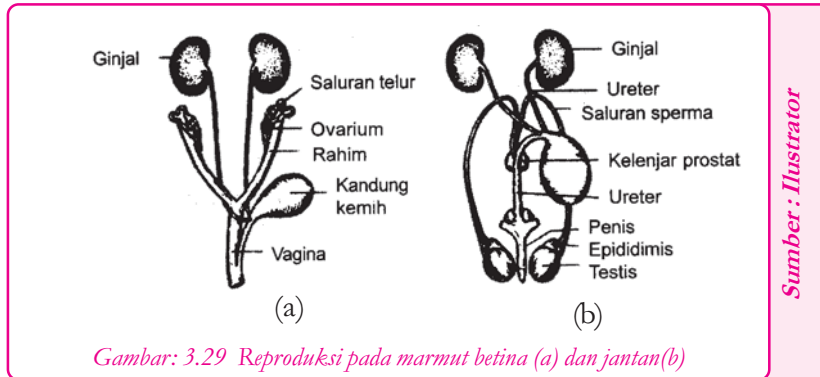
Sel telur yang telah dibuahi oleh sel sperma dan berlangsung di dalam tubuh betina disebut pembuahan di dalam tubuh (fertilization internal). Hasil pembuahan tersebut adalah zigot yang akan tumbuh menjadi embrio yang terbungkus oleh albumin atau putih telur serta dibungkus oleh lapisan kulit luar bercangkang keras dan dikeluarkan dari dalam tubuh disebut telur ayam. Telur ayam tersebut tersusun atas bagian-bagian yang memungkinkan perkembangan embrio hingga siap menetas menjadi individu baru.

Apa yang kamu ketahui tentang telur ayam? Gambarlah bagian-bagian dari telur ayam yang telah dibuahi dan jelaskanlah setiap bagiannya!

**b). Hewan beranak atau menyusui**

Alat kelamin tikus jantan pada bagian dalamnya memiliki sepasang testis berbentuk bulat berjumlah dua yang terletak di dalam kantung pelindung yang dinamakan skrotum. Di dalam testis tersebut diproduksi sel kelamin jantan (spermatozoa) yang dikeluarkan melalui saluran sel sperma (vas deferens). Sedangkan pada bagian luarnya terdapat alat kelamin dinamakan penis yang berfungsi untuk memasukkan sel sperma ke dalam alat kelamin pada tikus betina.

Alat kelamin tikus betina terdapat ovarium ukurannya sangat kecil sehingga jika dilihat dengan mata biasa sulit ditemukan. Apabila pada saat ovarium memproduksi sel telur ukurannya sekitar 0,1 mm yang terletak di sebelah kanan dan kiri ginjal. Sel telur yang telah masak mengalami ovulasi yaitu akan terlepas dari ovarium.



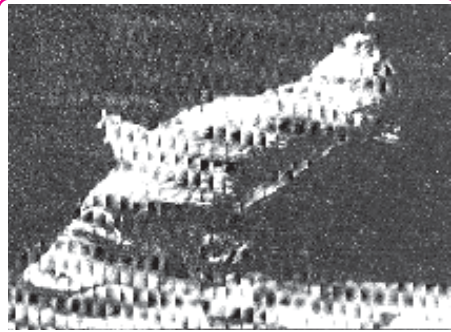
Sedang utama sel telur keluar menuju ke saluran telur (oviduk) berhubungan dengan dua bagian uterus yaitu uterus kiri dan kanan yang merupakan tempat pertumbuhan embrio. Masing-masing uterus tersebut mampu menampung embrio yang jumlahnya lebih dari satu. Setiap embrio akan dihubungkan dengan dinding uterus melalui suatu jaringan yang banyak pembuluh darah disebut plasenta. Kumpulan plasenta tersebut membentuk saluran disebut tali pusat yang berfungsi untuk menyalurkan zat-zat makanan dari dalam tubuh embrio. Apabila embrio telah masak akan terlepas dari dinding uterus yang keluar melalui saluran vagina, sehingga lahirlah anak tikus.

Setiap jenis hewan menyusui akan memiliki masa embrio yang berbeda. Misalnya tikus masa embrio yang lebih singkat dari pada kucing, dan kucing memiliki masa embrio lebih singkat dari pada anjing. Hal ini dapat terjadi karena semakin lama masa reproduksinya maka akan semakin lama masa embrionya. Berikut disajikan masa embrio berbagai jenis hewan menyusui (mamalia)

Hewan	Masa embrio
Tikus	3 Minggu
Kelinci	4 Minggu
Kucing	8 Minggu
Anjing	10 Minggu
Babi	18 Minggu

Biri-biri	21 Minggu
Sapi	41 Minggu
Kuda	48 Minggu
Gajah	84 Minggu

Pada umumnya mamalia melahirkan anaknya(vivipar). Namun ada pula yang bertelur(ovipar), misalnya pada hewan berparuh bebek(Monotremata) yang hidup di Australia.



Sumber : [www.supz.org](http://www.supz.org)

Gambar: 3.30 Platipus, mamalia yang bertelur

#### c) Hewan bertelur dan beranak

Reptilia berkembangbiak dengan cara bertelur dan beranak contoh alat kelamin perkembangbiakan tersebut dapat dijumpai seperti yang terdapat pada kadal sebagai berikut.

Mesorchium merupakan selaput penggantung dua belah kelenjar kelamin jantan (testis) berbentuk bulat kecil yang berwarna kuning. Pada saluran testis atau saluran sperma (vas deferens) bersatu dengan saluran ginjal. Alat kelamin terletak di tengah di antara kedua ginjal dinamakan hemipenis. Hemipenis berfungsi sebagai alat untuk memasukkan sel sperma ke dalam alat kelamin betina.

Mesovarium merupakan selaput penggantung dua buah kelenjar kelamin betina (ovarium) berbentuk bulat telur berwarna putih. Di bagian dekat ovarium terdapat suatu corong yang merupakan pelebaran saluran telur (oviduk) bersatu dengan saluran ginjal yang bermuaran di kloaka

Setelah sel telur dibuahi oleh sel sperma jantan, sel telur tersebut tidak dikeluarkan dari tubuhnya tetapi tetap disimpan hingga menetas di dalam tubuhnya menjadi anak baru dikeluarkan. Cara perkembangbiakan bertelur melahirkan ini disebut ovovivipari.



## 2) Fertilisasi eksternal

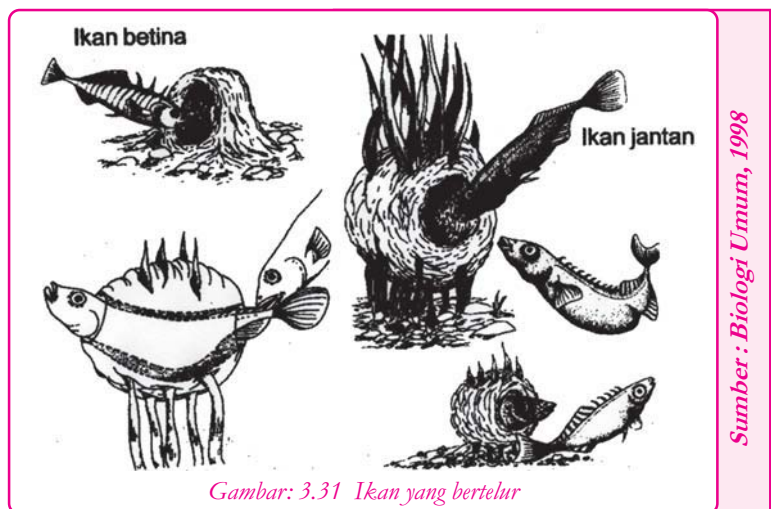
Fertilisasi eksternal merupakan proses pembuahan atau bertemunya sel kelamin jantan dengan sel kelamin betina yang terjadi di luar tubuh induknya. Pada proses pembuahan yang terjadi di luar tubuh, induk betina mengeluarkan sel telurnya ke luar tubuhnya, seperti ikan dan katak.

### a) Perkembangbiakan ikan

Alat kelamin ikan betina memiliki sepasang indung telur (ovarium) yang menyatu, sel telur dikeluarkan dari dalam tubuh melalui saluran telur (oviduk) yang bermuara di lubang urogenital terletak di belakang anus. Lubang tersebut berfungsi untuk keluarnya sel telur dan urine dari dalam tubuh.

Alat kelamin ikan jantan memiliki sepasang kelenjar kelamin (testis) yang menghasilkan sel sperma, kemudian sperma tersebut dialirkan keluar tubuh melalui saluran sperma (vas deferens) yang bermuara di lubang urogenital terletak di belakang anus. Keluarnya sel sperma dan sekaligus urin dari dalam tubuh.

Apabila ikan betina akan bertelur biasanya menjadi tidak tenang. Kadang-kadang meloncat ke atas permukaan air dan bergerak kesana kemari mencari tempat yang ada tumbuhan pelindung atau berumput untuk tempat telur tersebut. Pada waktu yang bersamaan saat ikan betina bertelur, ikan jantan datang kemudian mengeluarkan sperma di sekitar sel telur betina maka terjadi proses pembuahan yang berlangsung di luar tubuh (Fertilisasi eksternal).



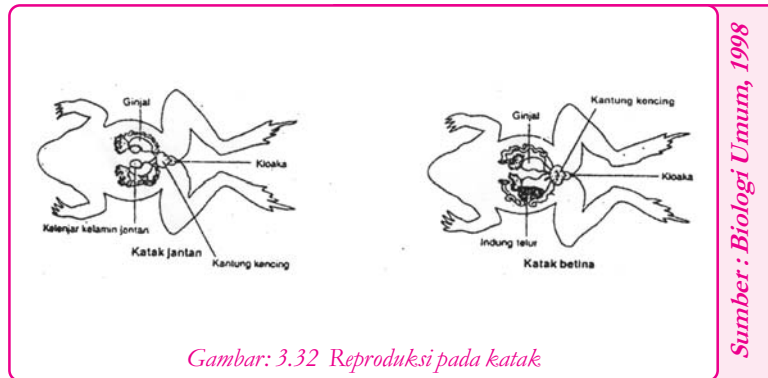
Sumber : Biologi Umum, 1998



### b). Perkembangbiakan katak

Katak betina memiliki sepasang ovarium terletak di dekat ginjal. Sel telur yang telah masak akan terlepas dari ovarium melalui saluran telur (oviduk) menuju kloaka kemudian keluar dari tubuh pada saat terjadi perkawinan.

Katak jantan memiliki sepasang testis terletak di dekat anak ginjal. Sel sperma yang dihasilkan testis akan dikeluarkan dari dalam tubuhnya melalui saluran sperma (vas deferens) menuju ke kloaka pada saat terjadi perkawinan.



Gambar: 3.32 Reproduksi pada katak

Sumber : Biologi Umum, 1998

### 3. Perkembangbiakan Manusia

Perkembangbiakan manusia merupakan perkembangbiakan secara kawin (*generatif*) yaitu proses peleburan atau pembuahan sel kelamin laki-laki dengan sel kelamin wanita yang diawali dengan peristiwa ovulasi yang terjadi di dalam tubuh wanita. Ovulasi adalah lepasnya sel telur yang telah masak dari ovarium.

Dari proses pembuahan tersebut terbentuk zigot yang tumbuh dan berkembang menjadi embrio di dalam rahim. Masa pertumbuhan embrio di dalam rahim dinamakan masa kehamilan. Apabila masa kelahiran telah tiba, maka otot-otot uterus berkontraksi terus menerus yang mengakibatkan terdorongnya janin keluar melalui vagina.

Coba kamu ingat-ingat kembali pelajaran yang lalu, mengenai alat kelamin pria dan kelamin wanita.

1. Sebutkan 3 perbedaan perkembangbiakan generatif dan vegetatif!
2. Apa yang dimaksud dengan tumbuhan higrofit dan bagaimana cara beradaptasi tumbuhan tersebut terhadap lingkungannya?
3. Cangkok merupakan salah satu teknik cara pengembangbiakan vegetatif buatan pada tumbuhan, biasanya dilakukan pada tanaman buah-buah misalnya pada mangga.
  - a. Bagaimana prinsip dan prosedur mencangkok?
  - b. Bagaimana sifat yang dihasilkan tanaman dari mencangkok!
  - c. Berikan tanggapan Anda terhadap manfaat dari mencangkok!
4. Mengapa paus biru semakin lama semakin sedikit?
5. Mengapa ada organisme yang bertambah banyak dan ada organisme yang semakin sedikit?

## Rangkuman

1. Kemampuan organisme menyesuaikan diri dengan lingkungannya dikenal dengan adaptasi.
2. Secara garis besar makhluk hidup beradaptasi dengan tiga cara yaitu adaptasi morfologi, adaptasi fisiologi, dan adaptasi tingkah laku.
3. Adaptasi morfologi, adaptasi fisiologi, dan adaptasi tingkah laku dapat terjadi pada tumbuhan, hewan, dan manusia.
4. Seleksi alam yaitu terpilihnya anggota populasi yang cocok untuk kondisi suatu lingkungan.
5. Berkembangbiak secara generatif apabila tumbuhan tersebut mempunyai kemampuan memperbanyak anggota jenisnya karena terjadi pembuahan sel kelamin betina oleh sel kelamin jantan.
6. Perkembangan secara vegetatif (tak kawin) yaitu terjadinya proses perkembangbiakan tidak melihat alat perkawinan atau tidak tergantung dengan adanya alat kelamin jantan dan betina.
7. Perkembangbiakan hewan digolongkan menjadi dua yaitu perkembangbiakan hewan tingkat rendah dan perkembangbiakan hewan tingkat tinggi.
8. Perkembangbiakan manusia merupakan perkembangbiakan secara kawin (*generatif*) yaitu proses peleburan atau pembuahan sel kelamin laki-laki dengan sel kelamin wanita yang diawali dengan peristiwa ovulasi yang terjadi di dalam tubuh wanita.

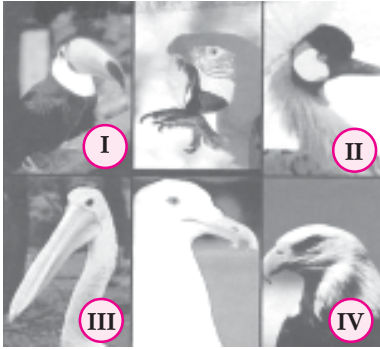
**A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, atau d!**

1. Di alam bebas kelangsungan hidup organisme mengalami tantangan, *kecuali*...
  - a. adanya perubahan musim
  - b. bencana alam
  - c. induknya tidak merawat keturunannya
  - d. persaingan sesama organisme maupun dengan organisme lainya
2. Induk hewan yang tidak merawat dan memelihara keturunannya, tetapi secara alamiah anaknya mampu menjaga diri mulai sejak masih dalam bentuk telur lalu menetas sampai tumbuh menjadi dewasa, hewan tersebut adalah ....
  - a. ayam
  - b. kura-kura
  - c. buaya
  - d. rajawali
3. Hewan yang bertelur, tetapi telurnya tetap berada di dalam tubuh induknya hingga menetas menjadi anak kemudian dikeluarkan adalah .....
  - a. katak
  - b. komodo
  - c. cecak
  - d. kadal
4. Jika suatu tanaman mempunyai banyak bunga sebagian terdapat di dalam ketiak daun, sebagian pada ujung batang atau cabangnya dan di dalam bunga mempunyai alat kelamin jantan dan betina disebut ....
  - a. bunga bertangkai
  - b. bunga tunggal
  - c. bunga majemuk
  - d. bunga daun
5. Meiosis merupakan suatu proses reproduksi yang keturunannya akan mewarisi jumlah .... kromosom induknya.
  - a.  $\frac{1}{2}$
  - b.  $\frac{1}{4}$
  - c. 2 kali
  - d. 4 kali
6. Pada peristiwa meiosis terjadi pembentukan ovum oleh ovarium disebut ....
  - a. gametogenesis
  - b. oogenesis
  - c. anafase
  - d. telofase

7. Peristiwa yang ditandai dengan hilangnya membran inti, benang-benang kromosom dan setiap kromosom memiliki sentromer, terjadi pada peristiwa....
  - a. anafase
  - b. metafase
  - c. telofase
  - d. profase
8. Peristiwa penyerbukan terjadi berdasarkan penyebab sampainya serbuk sari pada putik. *Kecuali* ...
  - a. anemogami
  - b. hydrogami
  - c. antropogami
  - d. alogami
9. Proses penyerbukan terjadi berdasarkan asal serbuk sarinya, yaitu serbuk sari yang jatuh di kepala putik dapat berasal dari jenis tanaman bunga tunggal atau berasal dari bunga lain pada jenis tanaman majemuk dalam satu pohon, *kecuali*.....
  - a. autogami
  - b. hydrogami
  - c. bastar
  - d. alogami
10. Spora yang dilengkapi dengan alat gerak berupa bulu cambuk atau bulu getar yang dapat bergerak bebas disebut...
  - a. sporangium
  - b. zoospora
  - c. tropofil
  - d. sporofil
11. Jenis hewan yang berkembangbiak dengan cara melakukan pertukaran inti sel di antara keduanya yang saling meleburkan diri, selanjutnya melakukan serangkaian pembelahan inti sel sehingga terbentuk dua individu baru disebut.....
  - a. pembelahan sel
  - b. konjungsi
  - c. meiosis
  - d. mitosis
12. ...merupakan perkembangbiakan dengan cara tumbuhnya kembali bagian tubuh yang terpotong dari tubuh induknya menjadi individu baru.
  - a. pembelahan sel
  - b. konjungsi
  - c. fragmentasi
  - d. tunas adventif

13. Kucing memiliki masa embrio ...
- a. 2 minggu
  - b. 4 minggu
  - c. 6 minggu
  - d. 8 minggu
14. Setiap jenis burung mempunyai bentuk paruh berbeda-beda yang disesuaikan dengan makanannya disebut adaptasi ....
- a. internal
  - b. eksternal
  - c. morfologi
  - d. fisiologi
15. Bunglon merubah warna kulitnya menjadi seperti warna lingkungannya disebut ....
- a. mimikri
  - b. kamuflase
  - c. adaptasi morfologi
  - d. adaptasi fisiologi
16. Pada saat kedinginan, untuk menjaga kehangatan badan agar terhindar dari sakit, manusia mengenakan mantel, merupakan .....
- a. adaptasi morfologi
  - b. adaptasi fisiologi
  - c. adaptasi lingkungan
  - d. adaptasi tingkah laku
17. Organisme yang mampu beradaptasi dengan lingkungan barunya secara turun-temurun, maka pada suatu saat akan dihasilkan turunan yang berbeda dengan nenek moyangnya, hal ini dikarenakan ...
- a. kompetisi
  - b. seleksi alam
  - c. adaptasi lingkungan
  - d. adaptasi tingkah laku
18. Tubuh manusia membentuk butir darah merah (eritrosit) lebih banyak jika tinggal di daratan tinggi (pegunungan), dengan terlihat dari permukaan kulit yang berwarna kemerah-merahan, karena .....
- a. adaptasi morfologi
  - b. adaptasi fisiologi
  - c. adaptasi lingkungan
  - d. adaptasi tingkah laku

Untuk menjawab soal nomor 19 dan 20, perhatikan gambar berikut ini!



19. Bentuk paruh yang sesuai untuk memakan makanan berada di dalam air berlumpur adalah ....
  - a. I
  - b. II
  - c. III
  - d. IV
20. Bentuk paruh nomor IV sangat sesuai untuk memakan ...
  - a. biji-bijian berkulit keras
  - b. buah-buahan yang berdaging lunak
  - c. daging, hewan, dan ikan
  - d. ikan dan buah-buahan

## B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut

1. Apa yang dimaksud dengan:
  - a. Adaptasi morfologi!
  - b. Seleksi alam!
2. Mengapa setelah revolusi industri di Inggris, populasi kupu-kupu *Biston Betularia* bersayap gelap meningkat jumlahnya, sedang kupu-kupu bersayap cerah berkurang?
3. Setiap makhluk hidup mempunyai kecenderungan untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya salah satunya dengan cara adaptasi atau penyesuaian diri terhadap lingkungan.
  - a. Mengapa setiap makhluk hidup melakukan adaptasi?
  - b. Apa yang terjadi jika makhluk hidup tidak melakukan adaptasi?
  - c. Berikan contoh adaptasi makhluk hidup yang Anda ketahui!
  - d. Apakah sama adaptasi nenek moyangnya dulu pada setiap makhluk hidup?

4. Tumbuhan kaktus adalah tumbuhan yang cocok untuk daerah kering:
  - a. Bagaimana cara beradaptasi tumbuhan kaktus dengan lingkungannya yang kering?
  - b. Bagaimana cara tumbuhan kaktus mendapatkan air sebanyak-banyaknya dari lingkungannya?
5. Mengapa makhluk yang beradaptasi dengan baik dapat dikatakan yang paling berhasil melakukan perkembangbiakan?
6. Mengapa mamalia air secara teratur harus muncul ke permukaan air laut?
7. Sebelum musim dingin, beruang kutub makan sangat banyak sehingga berat tubuhnya bisa mencapai 2 kali lipat, dengan menyimpan cadangan makanan dalam bentuk lemak. Apa yang akan terjadi, jika hingga musim dingin tiba beruang kesulitan mendapat makanan?
8. Pada saat hibernasi hewan memperlambat aktivitas denyut jantungnya dan tubuhnya tidak bergerak dalam jangka waktu yang lama, bahkan tidak makan sama sekali. Mengapa hal ini dilakukan?
9. Hewan hemafrodit adalah hewan yang satu individu memiliki gonad jantan dan betina.
  - a. Apa yang dimaksud gonad?
  - b. Bagaimana hewan hermafrodit melakukan reproduksi?
  - c. Mengapa hewan hermafrodit seperti bekicot tetap memerlukan bekicot lain untuk melakukan pembuahan?
10. Seorang petani menyambung durian lokal dengan durian bangkok yang buahnya manis, daging tebal, biji kecil. Di samping itu, ia juga memiliki tanaman ketela pohon yang di samping dengan ketela karet. Bandingkan keuntungan yang diperoleh dari kedua tanaman sambungan tersebut!

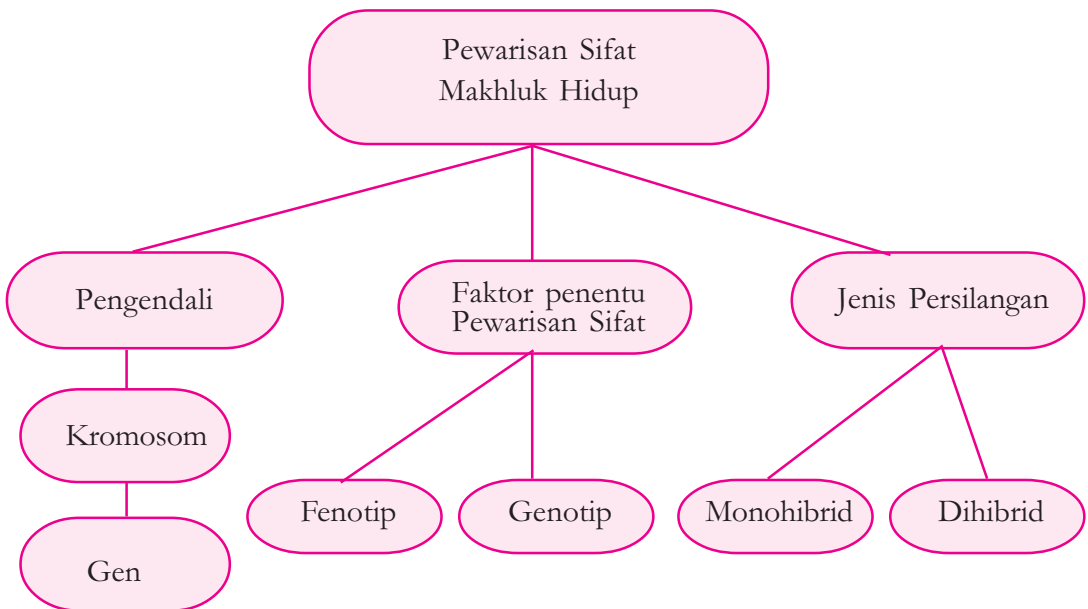
# Bab 4

## Pewarisan Sifat Makhluk Hidup

### Tujuan Kompetensi

Setelah mempelajari bab ini diharapkan kamu mampu memahami kelangsungan hidup makhluk hidup.

Untuk mengetahui garis besar bab ini, kamu perhatikan peta konsep di bawah ini!



### Kata Kunci

- Pewarisan sifat
- genetika
- gen
- kromosom



Apakah kalian pernah berpikir, mengapa wajahmu mirip dengan ayah atau ibumu? Kita mengetahui kebanyakan anak cenderung mirip dengan orang tuanya. Sifat-sifat itu tidak saja mengenai kejasmaniannya, tetapi juga mengenai kejiwaan dan tingkah lakunya. Hal ini disebabkan adanya sifat yang menurun pada makhluk hidup.

Pengetahuan atau ilmu yang mempelajari sifat-sifat yang diwariskan, cara sifat diwariskan, dan variasi yang terjadi pada keturunannya disebut ilmu keturunan atau genetika (L., *genos*=asal usul).

Pengetahuan mengenai adanya sifat yang menurun pada makhluk hidup sebenarnya sudah lama berkembang, hanya belum dipelajari secara sistematis. Penelitian mengenai pola-pola penurunan sifat, baru diketahui pada abad ke-19 oleh seorang biarawan Austria yang bernama **Gregor Johann Mendel (1822-1884)**. Ia melakukan percobaan-percobaan dengan menyilangkan tanaman kacang ercis. Ia berhasil menunjukkan cara pewarisan sifat keturunan dan faktor-faktor genetis serta dapat merumuskan matematika genetika. Mendel disebut sebagai peletak dasar genetika sehingga dinyatakan sebagai bapak Genetika.

## A. Konsep Pewarisan Sifat Makhluk Hidup

### Tujuan Sub Kompetensi

*Setelah mempelajari sub bab ini diharapkan kamu mampu mendiskripsikan konsep pewarisan sifat pada makhluk hidup.*

### 1. Konsep Dasar Genetika

Apakah genetika itu? Genetika merupakan cabang ilmu biologi yang mempelajari bagaimana cara pewarisan sifat terjadi pada makhluk hidup. Semua ciri-ciri makhluk hidup diperoleh melalui pewarisan sifat dari induknya. Materi yang menentukan sifat-sifat tersebut diperoleh dari induknya. Materi tersebut disebut gen..

Penampilan, tingkah laku, bentuk wajah, bahkan penyakit yang diderita ditentukan oleh gen. Gen merupakan materi pembawa sifat di dalam kromosom yang menentukan sifat yang akan diwariskan kepada keturunan selanjutnya. Setiap sel tubuh makhluk hidup memiliki gen, yang menentukan semua sifat makhluk hidup.

Hal terpenting yang dipelajari dalam genetika yaitu *Deoxyribonucleic acid* (DNA) sebuah rantai asam amino yang berisi pesan-pesan pewarisan sifat. Gen terletak di dalam kromosom. Kromosom terdiri atas benang-benang halus bagian dari DNA yang berisi rangkaian gen pembawa sifat yang akan diwariskan kepada keturunannya. Jumlah kromosom tiap spesies tidak sama.

Ada dua macam kromosom yang ada pada makhluk hidup yaitu autosom dan gonosom. Autosom yaitu kromosom yang membawa sifat-sifat tubuh, sedangkan gonosom yaitu kromosom yang menentukan jenis kelamin. Contoh: manusia memiliki 46 kromosom, terdiri atas 22 pasang autosom dan sepasang gonosom.

## 2. Percobaan Gregor Mendel

Untuk mengetahui cara pewarisan sifat keturunan pada generasi berikutnya, Mendel menggunakan tanaman kapri sebagai bahan percobaan. Alasan Mendel menggunakan tanaman kapri (*Pisium sativum*), seperti berikut ini.

- Tanaman kapri mempunyai pasangan sifat-sifat yang mencolok.
- Biasanya, tanaman kapri melakukan penyerbukan sendiri.
- Penyerbukan silang mudah dilakukan pada tanaman kapri.
- Tanaman kapri cepat menghasilkan keturunan.

Tanaman kapri yang digunakan Mendel yaitu tanaman yang bergalur murni. Tanaman bergalur murni artinya tanaman yang apabila melakukan penyerbukan sendiri selalu menghasilkan keturunan yang ciri-cirinya sama persis dengan induknya. Misalnya tanaman kacang kapri galur murni yang berbiji kuning, akan menghasilkan keturunan berbiji kuning, kacang kapri berbatang pendek, akan menghasilkan keturunan yang berbatang pendek, dan seterusnya.

Dalam percobaannya, Mendel menggabungkan beberapa sifat dari dua varietas. Tujuannya yaitu agar varietas yang dihasilkan dalam penyerbukan silang mempunyai sifat gabungan sesuai dengan yang diinginkan. Hasil percobaan menunjukkan cara pewarisan sifat keturunan dan faktor-faktor genetis. Selain itu, Mendel juga berhasil merumuskan matematika genetika. Karena itulah, Mendel dikenal sebagai peletak dasar genetika sehingga dinyatakan sebagai Bapak Genetika.

Beberapa contoh hasil persilangan yang dilakukan Mendel antara lain:

No	Sifat Beda yang Disilangkan	Sifat Keturunannya
1.	Batang panjang >< batang pendek	Batang panjang
2.	Biji bulat >< biji keriput	Biji bulat
3.	Biji kuning >< biji hijau	Biji kuning
4.	Polong hijau >< polong kuning	Polong hijau
5.	Bunga di ujung >< bunga di ketiak daun	Bunga di ketiak daun

Dari contoh hasil persilangan tersebut, terdapat beberapa bukti antara lain ada sifat dominan dan ada sifat resesif. Biji kapri bulat jika disilangkan dengan biji kapri keriput ternyata keturunannya berbiji bulat. Hal ini berarti sifat biji bulat dominan terhadap keriput. Sedangkan sifat keriput tidak muncul pada keturunannya, ini disebut sifat resesif, artinya tersembunyi. Jika kedua sifat yang disilangkan tidak ada yang dominan, maka yang muncul adalah perpaduan sifat tersebut, misalnya warna merah dengan warna putih menghasilkan keturunan warna merah muda. Keadaan ini disebut intermediet.

### 3. Faktor Penentu Pewarisan Sifat

Pewarisan sifat atau ciri-ciri ini ditentukan oleh gen. Gen-gen ini berfungsi mengatur sifat-sifat keturunan yang diwariskan, mengatur metabolisme, dan meneruskan materi genetik kepada generasi berikutnya. Gen bersama hormon, mineral, air, dan sinar matahari dapat membentuk karakter (sifat pembeda dengan individu lain). Gen-gen terletak berderet-deret secara teratur di dalam kromosom.

Kromosom merupakan struktur berbentuk batang yang terdapat dalam inti sel yang mengandung gen. Gen terdiri atas molekul-molekul kimiawi yang disebut *Deoxyribonucleic acid* (DNA). DNA mengatur aktivitas sel dan menentukan ciri-ciri hereditas.

Di dalam kromosom terdapat tapak-tapak gen (lokus) yang berfungsi menunjukkan ciri. Sebagai contoh warna bunga yang selalu sama untuk satu jenis bunga maka ciri warna bunga ini terdapat pada tapak gen (lokus).

Setiap sel hidup berisi pasangan-pasangan kromosom, dan setiap pasangan mempunyai tapak gen bersesuaian. Setiap anggota suatu pasangan gen disebut alel.

Kromosom ini pertama kali ditemukan pada tahun 1875 dan merupakan pembawa sifat keturunan yang diwariskan kepada keturunannya. Setiap makhluk hidup mempunyai ciri khas berupa jumlah kromosom yang tetap dan spesifik. Hal

ini dapat dilihat dari tabel yang memuat jumlah kromosom dari beberapa makhluk hidup. Perhatikanlah tabel berikut ini!

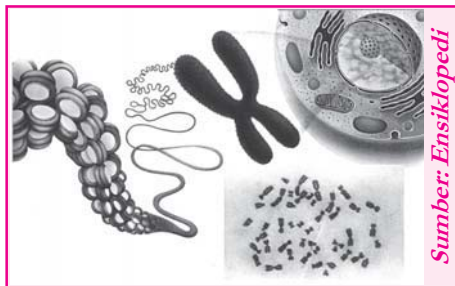
**Tabel Jumlah kromosom dari beberapa makhluk hidup**

No	Nama Makhluk Hidup	Jumlah Kromosom
1.	Manusia ( <i>Homo sapiens</i> )	46
2.	Gorilla ( <i>Gorilla gorilla</i> )	48
3.	Kuda ( <i>Equus caballus</i> )	60
4.	Sapi ( <i>Bos taurus</i> )	60
5.	Kambing ( <i>Ovis aries</i> )	60
6.	Kucing ( <i>Fellis domesticus</i> )	38
7.	Marmot ( <i>Cavia cobaya</i> )	64
8.	Kelinci ( <i>Cryptologius curiculus</i> )	44
9.	Merpati ( <i>Columba livia</i> )	80
10.	Ayam ( <i>Gallus domesticus</i> )	78
11.	Katak ( <i>Rana esculenta</i> )	26
12.	Ikan mas ( <i>Carassius auratus</i> )	91
13.	Lalat buah ( <i>Drosophilla melanogaster</i> )	8
14.	Nyamuk ( <i>Culex pipiens</i> )	6
15.	Lebah madu ( <i>Apis mellifica</i> )	32 atau 16
16.	Udang ( <i>Eupagurus ochotensis</i> )	254

No	Nama Makhluk Hidup	Jumlah Kromosom
17.	Kapas ( <i>Gossypium hirsutum</i> )	52
18.	Apel ( <i>Malus sylvestris</i> )	34 atau 51
19.	Pepaya ( <i>Carica papaya</i> )	18
20.	Jeruk ( <i>Citrus sinensis</i> )	18, 27, atau 36
21.	Pisang ( <i>Musa paradisiaca</i> )	22, 44, 55, 77, dan 88
22.	Kentang ( <i>Solanum tuberasum</i> )	48
23.	Tomat ( <i>Solanum tuberasum</i> )	24
24.	Tebu ( <i>Saccharum officinarum</i> )	86
25.	Tembakau ( <i>Nicotiana tobacum</i> )	48
26.	Kacang ercis ( <i>Pisum sativum</i> )	14
27.	Kacang hijau ( <i>Phaseolus radiatus</i> )	22
28.	Padi ( <i>Oryza sativa</i> )	24
29.	Jagung ( <i>Zea mays</i> )	20
30.	Bawang merah ( <i>Allium cepa</i> )	16

Kromosom mempunyai bentuk yang berbeda-beda. Perbedaan bentuk kromosom terjadi karena adanya perbedaan letak sentromer. Perhatikanlah gambar bentuk-bentuk kromosom di bawah ini!



*Gambar: 4.2 Bentuk-bentuk kromosom*

Kromosom dalam sel somatis (sel tubuh) makhluk hidup jumlahnya berpasangan. Pasangan kromosom ini masing-masing berasal dari induk jantan dan induk betina. Pasangan kromosom ini disebut sebagai kromosom homolog. Kromosom homolog juga disebut diploid ( $2n$ ).

Namun, pada sel kelamin hanya mengandung separuh dari jumlah kromosom yang terdapat dalam sel somatis. Oleh karena itu, jumlah kromosom dalam sel kelamin ini dinamakan haploid ( $n$ ).

### Tugas Kelompok

1. Pelajarilah data keluarga Pak Budi dalam tabel di bawah ini!
2. Diskusikan dengan anggota kelompok belajarmu dan jawablah pertanyaannya!

**Tabel Sifat Dominan, Resesif, dan Intermediat Keluarga Pak Budi**

Ciri-ciri	Sifat Orang Tua		Sifat Anak	
	Bapak	Ibu	Jaka	Tuti
Kulit	Hitam	Putih	Hitam	Putih
Mata	Sipit	Lebar	Lebar	Lebar
Lidah	Tidak dapat digulung	Dapat digulung	Dapat digulung	Tidak dapat digulung
Rambut	Ikal	Lurus	Ikal	Ikal
Hidung	Pesek	Mancung	Mancung	Pesek
Wajah	Bulat	Lonjong	Bulat	Lonjong

### Pertanyaan

1. Ciri apa saja dari bapak yang dominan terhadap Jaka dan Tuti?
2. Ciri apa saja dari ibu yang dominan terhadap Jaka dan Tuti?
3. Ciri apa saja dari bapak yang resesif terhadap Jaka dan Tuti?
4. Ciri apa saja dari ibu yang resesif terhadap Jaka dan Tuti?
5. Ciri apa saja yang bersifat intermediat?
6. Apa simpulan dari kegiatan di atas?

## B. Proses Pewarisan Sifat Makhluk Hidup

### Tujuan Sub Kompetensi

*Setelah mempelajari sub bab ini diharapkan kamu mampu mendiskripsikan proses pewarisan dan hasil pewarisan sifat serta penerapannya.*

### 1. Simbol-simbol dalam persilangan

Untuk memudahkan pemahaman tentang persilangan, maka digunakan simbol-simbol tertentu seperti berikut ini.

- (1) P = singkatan dari parental (Latin, *parens* = orang tua) yang berarti induk atau generasi tetua. Dengan demikian, P1 artinya induk pertama.
- (2) F = singkatan dari filial (Latin, *filius* = anak laki-laki) yang berarti keturunan. Jadi, F1 artinya keturunan pertama.
- (3)     = Adalah tanda kelamin betina.
- (4)     = Adalah tanda kelamin jantan.

Biasanya, gen dilambangkan dengan huruf pertama dari suatu sifat dominan. Gen yang bersifat dominan dilambangkan dengan huruf kapital dan gen yang bersifat resesif dilambangkan dengan huruf kecil. Gen selalu berpasangan. Karena itu, simbol gen ditulis dengan dua huruf. Misalnya, tanaman kapri berbunga merah dominan terhadap kapri berbunga putih, maka simbolnya: MM = simbol untuk kapri berbunga merah, mm = simbol untuk kapri berbunga putih.

Dengan adanya simbol-simbol tersebut, maka dapat terjadi dua individu yang berfenotipe sama tetapi genotipenya berbeda. misalnya, kapri berbunga merah dapat mempunyai genotipe MM atau Mm. Mengapa hal itu dapat terjadi? Selidikilah!

## 2. Pewarisan Sifat Melalui Persilangan Dua Individu

Persilangan antara dua individu dengan satu sifat beda atau lebih akan menghasilkan keturunan dengan perbandingan tertentu pada fenotipe dan genotipenya. Sifat beda yang dimiliki individu ditentukan oleh gen penentu sifat pada kromosom yang diturunkan kepadanya.

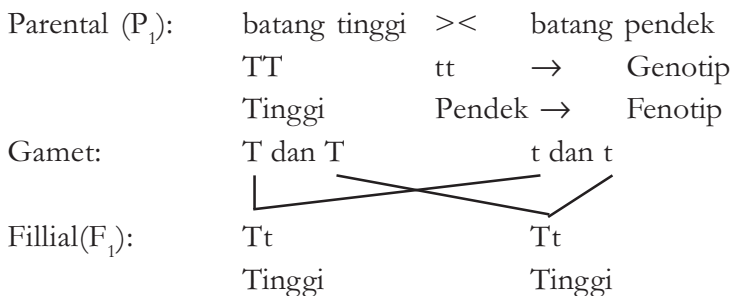
### a. Persilangan Monohibrid

Persilangan antara dua individu dengan satu sifat beda, bisa terjadi pada tumbuhan, hewan, dan manusia.

#### 1). Pada Tumbuhan

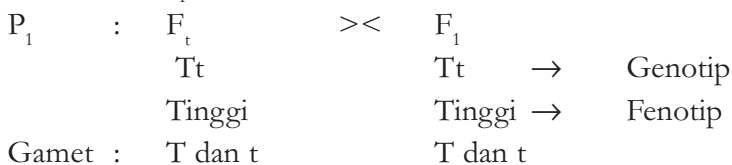
Mendel seorang peletak dasar prinsip-prinsip pewarisan sifat pernah melakukan penyilangan terhadap 2 tanaman kapri dengan satu sifat beda (monohibrid). Ia menyilangkan tanaman kapri berbatang tinggi (TT) dengan yang berbatang tidak tinggi (tt). Keturunan pertama ( $F_1$ ) semuanya berbatang tinggi. Sifat yang muncul pada  $F_1$  ini dinamakan dominan.

Perhatikan model persilangan tanaman kapri berbatang tinggi dengan kapri berbatang pendek berikut ini.



Keturunan pertama ( $F_1$ ) semuanya mempunyai ciri genotip Tt, dengan ciri fenotipnya tinggi. Hal ini menandakan bahwa sifat tinggi mengalahkan sifat pendek. Keadaan ini menunjukkan bahwa T dominan secara sempurna terhadap t. Gen t yang tertutupi secara sempurna oleh T sehingga tidak terjadi kenampakan sifat ini dinamakan resesif.

Selanjutnya, Mendel menyilangkan keturunan hibrid tersebut ( $F_1$ ) dengan sesamanya ( $F_1$ ).



Keturunan kedua dapat ditunjukkan dalam persegi Punnet berikut:  
F<sub>2</sub>:

	T	t
T	TT (tinggi)	Tt (tinggi)
t	Tt (tinggi)	tt (pendek)

Jadi, perbandingan genotip dari perkawinan hibrid di atas sebagai berikut:

1 TT (galur murni): 2 Tt (hibrid) : 1 tt (galur murni)

Perbandingan fenotipnya: 3 tinggi : 1 pendek

Untuk menguji pemahaman kalian, coba lakukan diskusi berikut.

### Tugas Kelompok

Coba amati hasil persilangan tanaman berikut.

	T	t
T	TT (tinggi)	Tt (tinggi)
t	Tt (tinggi)	tt (pendek)

Berdasarkan data di atas, jawablah pertanyaan berikut.

1. Perkirakan genotip dan fenotip dari induk jantan dan betina!
2. Tentukan pula gamet yang dihasilkan dari induk jantan dan betina!
3. Buatlah persentase genotip dan fenotip hasil persilangan tanaman di atas dengan mengisi kotak berikut!

Rasio genotip:      TT                :      Tt                :      tt  
                              ....                :      ....                :      ....

Jadi rasio genotip hasil persilangan di atas adalah TT : Tt : tt

= ..... : ..... : ..... : .....

Rasio fenotip : Tinggi : Pendek = ..... : .....

Jadi, rasio fenotip hasil persilangan di atas adalah tinggi : pendek

= ..... : .....



Selain menghasilkan sifat dominan penuh, persilangan tanaman juga dapat menghasilkan sifat intermediat, yaitu sifat dominan yang tidak mampu menutupi sifat resesif secara penuh. Misalnya persilangan antara bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*) berbunga merah (MM) dengan bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*) yang berbunga putih (mm). Keturunan pertama ( $F_1$ ) semuanya berbunga merah muda (Mm). Keturunan pertamanya dibiarkan mengadakan penyerbukan sendiri. Pada keturunan kedua ( $F_2$ ) terdapat bunga merah (MM), merah muda (Mm), dan putih (mm).

## 2) Pada Hewan

Persilangan monohibrid juga dapat dilakukan pada hewan. Namun, persilangan pada hewan jauh lebih sulit karena untuk mendapatkan keturunan dari persilangan alami membutuhkan waktu cukup lama.

Persilangan pada hewan juga menghasilkan perbandingan fenotip tertentu. Persilangan monohibrid pada hewan contohnya marmut. Rambut marmut ada yang berwarna hitam dan ada yang berwarna putih. Marmut normal berambut hitam. Hal ini disebabkan adanya gen dominan A yang menentukan pembentukan pigmen melanin. Apabila alelnya a dalam keadaan homozigot (aa) menyebabkan melanin tidak terbentuk sehingga marmot berambut putih. Persilangan antara marmut hitam dengan marmut putih menghasilkan keturunan  $F_1$  semua hitam.

Apabila anak-anak marmot tersebut kawin dengan sesamanya, didapatkan keturunan-keturunan  $F_2$  dengan perbandingan fenotip dan genotip tertentu. Bagaimanakah perbandingan fenotip dan genotip pada persilangan marmot putih dan hitam? Apakah perbandingan tersebut sama dengan perbandingan pada tumbuhan? Untuk mengetahuinya kerjakanlah tugas kelompok berikut!

### Tugas Kelompok

Lengkapi skema berikut yang menunjukkan persilangan antara marmut hitam galur murni (AA) dan marmut putih galur murni (aa). Warna hitam bersifat dominan terhadap warna putih. Kemudian diskusikan kesimpulan hasil persilangan ini bersama teman sekelompokmu!

Parental ( $P_1$ ):	@	><	@	
	AA		aa	→ Genotip
	hitam		putih	→ Fenotip
Gamet:	....dan .....		...dan ....	
$F_1$	:	....	....	

		hitam		hitam
P <sub>2</sub>	:	F <sub>1</sub>	><	F <sub>1</sub>
F <sub>2</sub>	:			
		.....		.....
.....		.....		.....
.....		.....		.....
F <sub>2</sub>	:	Perbandingan genotip : ..... : ..... : .....		
		Perbandingan fenotip : ..... : ..... : .....		

Persilangan monohibrid merupakan persilangan sederhana yang hanya melibatkan satu sifat beda pada dua individu, baik pada hewan maupun tumbuhan. Hasil persilangan ini biasanya mempunyai perbandingan tetap, baik pada persilangan dominan penuh maupun intermediat.

3) Pada Manusia

Pada permulaan kehidupan yang sebenarnya, pola pertumbuhan seseorang yang diwarisi dari orang tuanya sudah ditentukan, sekali untuk selamanya. Kedua orang tua masing-masing telah memberikan kepada anaknya sejumlah 23 kromosom yang berbentuk seperti benang di dalam sel masing-masing. Benang-benang renik ini membawa beribu-ribu gen penentu bentuk keturunan seseorang. Ada gen untuk bentuk hidung, untuk ukuran kaki, untuk warna rambut, dan sifat-sifat lain yang tak terhitung jumlahnya, termasuk beberapa jenis penyakit atau gangguan pada tubuh, yang ternyata dapat diwariskan.

Pada manusia lebih banyak diketahui sifat herediter (turun menurun) misalnya albino (bule), jari lebih (*Polydactyli*), kencing manis, Thallasemia, mata biru, dan rambut ikat.

a) Jari lebih (*Polydactyli*)

*Polydactyli* dibawa oleh gen dominan P. contoh ibu normal (pp) dan ayah *Polydactyli* (Pp) heterozigot, bagaimanakah keturunannya?

P : Pp >< pp  
Gamet : P dan p p

F<sub>1</sub> :

	P
P	Pp
p	pp

Keterangan:

(1) Polydactyli (Pp) 50%

(2) Normal (pp) 50%

Perbandingan 1 : 1

*b) Kencing manis (Diabetes Mellitus)*

Diabetes mellitus, suatu penyakit yang mengganggu metabolisme pada tubuh manusia yang disebabkan oleh pankreas kurang menghasilkan insulin, sehingga kadar gula dalam darah tinggi. Timbulnya diabetes juga dipengaruhi oleh ekspresi gen dan konsumsi gula yang berlebihan. Sifat diabetes dipengaruhi oleh gen resesif d. Contoh seorang pria normal heterozigot (Dd) dan wanita normal heterozigot (Dd), bagaimana sifat diabetes yang diwariskan pada keturunannya?

P : Dd × Dd

Gamet : D dan d D dan d

F<sub>1</sub> :

	D	d
D	DD	Dd
d	Dd	dd

Keterangan:

(1) DD normal homozigot

(2) Dd normal heterozigot (pembawa sifat)

(3) Dd normal heterozigot (pembawa sifat)

(4) dd diabetes.

Oleh karena itu, keturunan F<sub>1</sub> mempunyai peluang 25% untuk menderita diabetes.

### c) *Albinisme*

Albinisme merupakan peristiwa kurangnya pigmen tubuh sehingga menyebabkan seseorang menderita albino. Seorang albino tidak mempunyai pigmen kulit, pigmen bola mata, dan pigmen rambut. Penderita albino mempunyai penglihatan yang sangat sensitif terhadap cahaya.

Seorang anak albino dapat lahir dari pasangan yang keduanya normal heterozigot, atau dari pasangan yang salah satunya albino, sedangkan yang lainnya normal heterozigot. Perhatikanlah!

P : Albino  $\times$  normal heterozigot  
 $aa \times Aa$   
 Gamet : a A dan a  
 $F_1$  :

	A	a
a	Aa	aa

Keterangan:

(1) Aa (normal heterozigot) = 50%

(2) aa (albino) = 50%

P : Normal heterozigot  $\times$  Normal heterozigot  
 $Aa \times Aa$   
 Gamet : A dan a A dan a  
 $F_1$  :

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

Keterangan:

(1) AA (normal) = 25%

(2) Aa (normal heterozigot) = 25%

(3) Aa (normal heterozigot) = 25%

(4) aa (albino) = 25%

Rasio fenotipe = 75% normal : 25% albino

## b. Persilangan Dihybrid

Persilangan antara dua individu dengan dua sifat beda, akan dibahas untuk tumbuhan dan hewan.

### 1) Pada Tumbuhan

Persilangan dihibrid pada tumbuhan contohnya pada tanaman kacang kapri. Persilangan kacang kapri galur murni berbiji bulat dan berwarna kuning dengan galur murni berbiji keriput dan berwarna hijau menghasilkan keturunan  $F_1$  semua berbiji bulat kuning. Selanjutnya  $F_1$  dibiarkan mengadakan penyerbukan sendiri dan dihasilkan  $F_2$  berbiji bulat kuning, bulat hijau, keriput kuning, dan keriput hijau dengan perbandingan 9 : 3 : 3 : 1.

Perhatikan skema persilangan berikut ini.

$P_1$  : BBKK >< bbkk  
(bulat kuning) (kisut hijau)

Gamet P : BK bk

$F_1$  : BbKk  
(bulat kuning)

$P_2$  :  $F_1$  ><  $F_1$   
BbKk BbKk  
(bulat kuning) (bulat kuning)

Gamet  $F_1$ : BK, Bk, bK, dan bk BK, Bk, bK, dan bk

$F_2$  :

	BK	Bk	bK	bk
BK	BBKK	BBKk	BbKK	BbKk
Bk	BBKk	BBkk	BbKk	Bbkk
bK	BBkk	BbKk	bbKK	bbkk
bk	BbKk	Bbkk	bbKk	bbkk

BBKK : BBKk : BbKK : BbKk : BBkk : Bbkk : bbKK : bbKk : bbkk

1 : 2 : 2 : 4 : 1 : 2 : 1 : 2 : 1

Perbandingan fenotip = Bulat kuning: bulat hijau : kisut kuning : kisut hijau =  
9 : 3 : 3 : 1

### Tugas Kelompok

Seorang petani menyilangkan bunga padi untuk mendapatkan benih berkualitas. Dia menginginkan benih yang membawa sifat batang pendek dan berbutir banyak. Genotip batang pendek bersifat resesif (t) dan genotip butir banyak bersifat dominan (B). Diketahui genotip induk sebagai berikut:

- a) BBTT  $\times$  bbt
  - b) BBtt  $\times$  bbt
1. Coba perkirakan induk a atau b yang dapat menghasilkan individu baru dengan sifat batang pendek dan berbutir banyak.
  2. Perkiraan pula  $F_2$  hasil perkawinan antar  $F_1$  dari induk a maupun b.

### 2) Pada Hewan

Persilangan dihibrid juga dapat dilakukan pada hewan. Berikut ini akan ditunjukkan persilangan dihibrid pada hewan.

Persilangan dihibrid contohnya pada marmut. Marmut rambut hitam (ditentukan oleh gen H) dominan terhadap rambut putih (ditentukan oleh gen h). Rambut kasar (ditentukan oleh gen K) dominan terhadap rambut halus (ditentukan gen k). Persilangan marmut rambut hitam kasar dengan marmut rambut putih halus menghasilkan  $F_1$  semua berambut hitam kasar. Selanjutnya,  $F_1$  dibiarkan mengadakan perkawinan secara bebas. Perkawinan tersebut menghasilkan  $F_2$  marmut berambut hitam kasar, hitam halus, putih kasar, dan putih halus dengan perbandingan 9 : 3 : 3 : 1. Coba kamu buktikan sendiri!

## Rangkuman

Selain bentuk dan warna biji, sifat batang dan jumlah butir juga dapat digunakan sebagai dasar dilakukannya penyilangan. Untuk dapat membuktikan lakukan tugas berikut.

1. Genetika merupakan cabang ilmu biologi yang mempelajari bagaimana cara pewarisan sifat terjadi pada makhluk hidup.
2. Gen-gen berfungsi mengatur sifat-sifat keturunan yang diwariskan, mengatur metabolisme, dan meneruskan materi genetik kepada generasi berikutnya.
3. Persilangan antara dua individu dengan satu sifat beda atau lebih akan menghasilkan keturunan dengan perbandingan tertentu pada fenotipe dan genotipnya.
4. Persilangan antara dua individu dengan satu sifat beda atau lebih, bisa terjadi pada tumbuhan, hewan, dan manusia.

**A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, atau d!**

1. Ilmu yang mempelajari tentang sifat keturunan pada makhluk hidup dinamakan ...
  - a. taksonomi
  - b. biologi
  - c. genetika
  - d. virologi
2. Penentu sifat keturunan adalah ...
  - a. kromosom
  - b. sel
  - c. gen
  - d. nukleus
3. Perhatikan pernyataan-pernyataan di bawah ini!
  - (1) Tanaman kapri mempunyai pasangan-pasangan sifat yang mencolok.
  - (2) Tanaman kapri tidak dapat melakukan penyerbukan sendiri.
  - (3) Penyerbukan silang dapat dengan mudah dilakukan pada tanaman kapri.
  - (4) Tanaman kapri cepat menghasilkan keturunan.

Pernyataan-pernyataan di atas yang merupakan alasan Gregor Mendel menggunakan tanaman kapri untuk percobaannya adalah nomor ....

  - a. (1), (2), dan (3)
  - b. (2), (3), dan (4)
  - c. (1), (3), dan (4)
  - d. (1), (2), dan (4)
4. Kromosom pada sel tubuh manusia selalu berpasangan sehingga disebut ...
  - a. haploid
  - b. diploid
  - c. poliploid
  - d. gonosom
5. Sifat yang dapat diamati dengan indra disebut ...
  - a. filial
  - b. parental
  - c. alel
  - d. fenotipe
6. Tanaman jeruk berbuah manis disilangkan dengan tanaman jeruk berbuah masam. Keturunan pertama semuanya berbuah manis, berarti ...
  - a. manis bersifat dominan
  - b. manis bersifat resesif
  - c. masam bersifat intermediat
  - d. masam bersifat dominan

7. Hasil persilangan antara dua individu dengan satu sifat beda bersifat dominan pada  $F_2$  mempunyai perbandingan fenotipe ...
  - a. 3 : 1
  - b. 1 : 2 : 1
  - c. 100%
  - d. 9 : 3 : 3 : 1
8. Gamet yang dihasilkan oleh Aa  $\times$  Bb adalah ...
  - a. AB, Ab, aB dan ab
  - b. Aa, BB, ab, dan bb
  - c. AB, AA, Ab, dan ab
  - d. AB, aB, ab, dan bb
9. Hasil persilangan antara kacang berbiji bulat kuning (BbKk) dengan sesamanya menghasilkan genotipe BBKK. Genotipe ini disebut ...
  - a. heterzigot
  - b. homozigot dominan
  - c. homozigot resesif
  - d. heterozigot resesif
10. Sifat yang tidak muncul atau tertutup oleh sifat lain yang lebih dominan disebut ...
  - a. dominan
  - b. intermediat
  - c. resesif
  - d. alel
11. Apabila kambing bertelinga panjang heterozigot yang salah satu induknya bertelinga pendek, dikawinkan dengan kambing bertelinga pendek, maka keturunannya adalah ...
  - a. 100% bertelinga panjang
  - b. 100% bertelinga pendek
  - c. 50% bertelinga panjang : 50% bertelinga pendek
  - d. 25% bertelinga panjang : 75% bertelinga pendek
12. Kromosom terdapat di dalam .....
 

a. Sentrosom	c. Inti sel
b. Ribosom	d. Plasma sel



13. Hal berikut yang tidak dipelajari dalam genetika adalah...
  - a. sifat keturunan
  - b. cara mewariskan sifat keturunn
  - c. variasi sifat pada keturunn
  - d. moyang individu yang menurunkan
14. Gen adalah...
  - a. kromosom yang diwariskn
  - b. susbtansi pembawa sifat
  - c. ciri luar organisme
  - d. bagian individu untuk menurunkan
15. Yang bukan sebagai alasan Mendel menggunakan tanaman kacang ercis dalam penelitiannya adalah...
  - a. ercis memiliki sifat mencolok
  - b. ercis tidak dapat melakukan penyerbukan sendiri
  - c. ercis mudah diadakan penyerbukan silang
  - d. waktu untuk mendapatkan keturunan relatif pendek

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut!**

1. Apakah yang menjadi konsep dasar pewarisan sifat itu? Jelaskan!
2. Sebutkan faktor-faktor penentu pewarisan sifat!
3. Apakah yang dimaksud dengan:
  - a. persilangan monohibrit
  - b. persilangan dihibrit
4. Pernahkan kamu menyadari bahwa di dunia ini tidak ada manusia yang memiliki wajah sama persis walaupun dua orang kembar sekalipun?
  - a. Apa yang menyebabkan hal tersebut?
  - b. Kalau tidak sama persis, antara kakak dan adik tentu mirip bukan? Dari mana kemiripan tersebut dapat terjadi? Jelaskan!
5. Seorang petani menanam biji pepaya dari induk pohon yang buahnya besar, dagingnya tebal, warnanya jingga, rasanya manis. Namun setelah biji tersebut tumbuh dan berbuah ternyata warna dagingnya kuning dan rasanya tidak manis. Mengapa hal itu terjadi? Jelaskan kemungkinan penyerbukan yang telah terjadi!

# Bab 5

## Listrik Statis

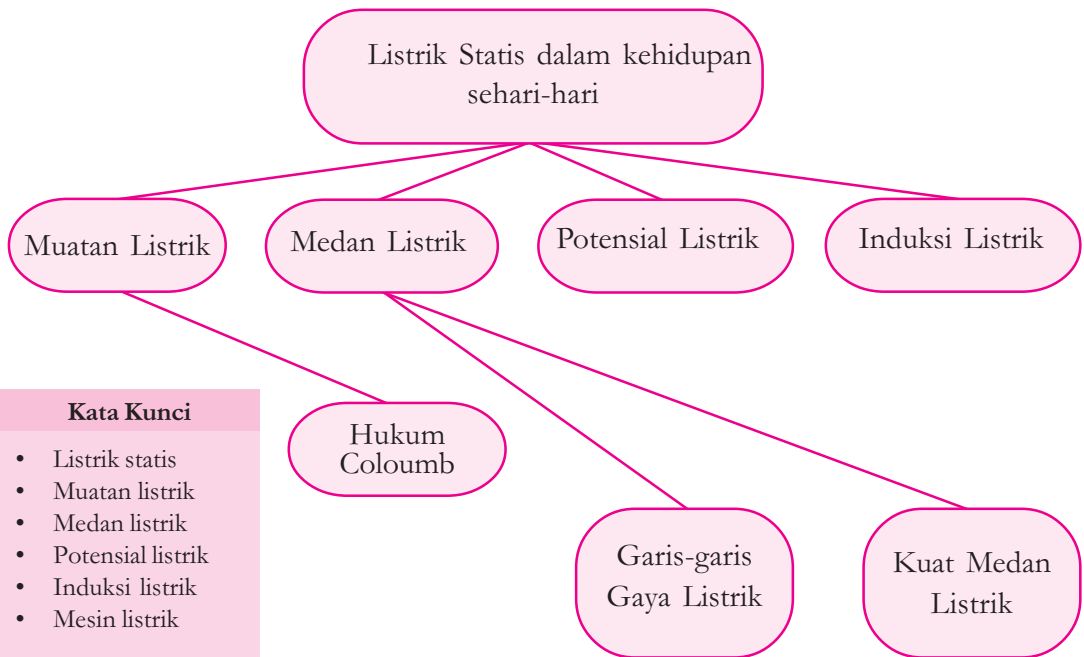
### Tujuan Kompetensi

Setelah mempelajari bab ini diharapkan kamu mampu memahami konsep kelistrikan dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

### Tujuan Sub Kompetensi

Kamu mampu mendeskripsikan muatan listrik untuk memahami gejala-gejala listrik statis serta kaitannya dalam kehidupan sehari-hari.

Untuk mengetahui garis besar bab ini, kamu perhatikan peta konsep di bawah ini!



Pada saat kamu mau berangkat sekolah tentu tidak lupa menyisir rambut, bukan? Pernahkah kamu memperhatikan proses penyisiran rambut pada saat itu? Pada saat kamu menyisir rambut yang kering dan belum beraturan, dengan sisir plastik kadang terdengar suara gemerisik pada rambut. Mengapa demikian? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, coba kamu lakukan penyelidikan berikut ini!

Sumber: Ilustrator



Gambar: 5.1 Kegiatan menyisir rambut

### Tugas Individu

Ambilah penggaris plastik, kemudian gosok dengan kain wol. Kemudian dekatkan dengan sobekan kertas-kertas kecil. Ambilah, apa yang terjadi?

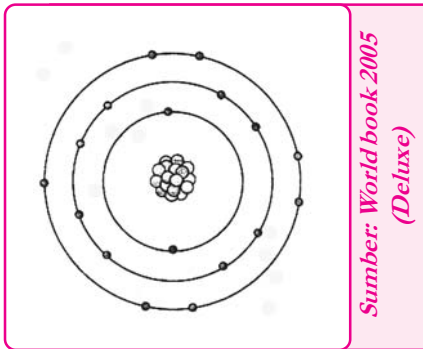
#### A. Muatan listrik

Sebelum penggaris plastik digosok dengan kain wol, tentu tidak akan dapat menarik sobekan kertas-kertas kecil. Namun setelah digosok dengan kain wol, penggaris tersebut dapat menarik sobekan kertas-kertas kecil. Mengapa demikian? Hal ini menunjukkan adanya gejala kelistrikan.

Apabila suatu benda menunjukkan sifat kelistrikan seperti ada peristiwa di atas, dikatakan bahwa benda tersebut bermuatan listrik. Benda-benda bermuatan listrik dapat menarik serpihan kertas, gabus atau benda-benda lain yang ringan.

Pada saat penggaris digosok dengan kain wol sehingga mampu menarik sobekan kertas-kertas kecil, berarti penggaris tersebut bermuatan listrik. Muatan tersebut diam pada penggaris tersebut, kemudian disebut muatan listrik statis atau muatan listrik diam. Kenapa suatu benda dapat bermuatan listrik?

Menurut teori atom, setiap atom terdiri atas tiga macam partikel. Ketiga macam partikel tersebut digambarkan dengan model atom seperti gambar di bawah ini.



Ketiga macam partikel penyusun atom yaitu proton, neutron, dan elektron. Proton dan neutron terletak di pusat atom, sedangkan elektron selalu bergerak mengelilingi proton dan neutron dengan lintasan tertentu. Mengapa demikian? Karena massa proton dan neutron jauh lebih besar daripada elektron.

*Gambar: 5.2 Partikel penyusun atom*

Oleh karena itu, proton dan neutron disebut sebagai inti atom (nukleon). Inti atom mempunyai gaya tarik. Hal inilah yang menyebabkan proton dan neutron dapat rekat menjadi satu serta elektron dapat bergerak mengelilingi inti pada lintasannya.

Kekuatan ikatan elektron pada atomnya berbeda untuk bahan yang berbeda. Karena sesuatu hal, elektron suatu atom dapat lepas dan berpindah ke atom lain. Hal ini mengakibatkan perubahan sifat atom. Berdasarkan kenyataan ini, maka dapat dibedakan atom menjadi tiga macam:

- atom netral, yaitu atom yang mempunyai jumlah proton sama dengan elektron,
- atom bermuatan positif, yaitu atom netral yang melepaskan elektron (kekurangan elektron).
- atom bermuatan negatif, yaitu atom netral yang menangkap elektron (kelebihan elektron).

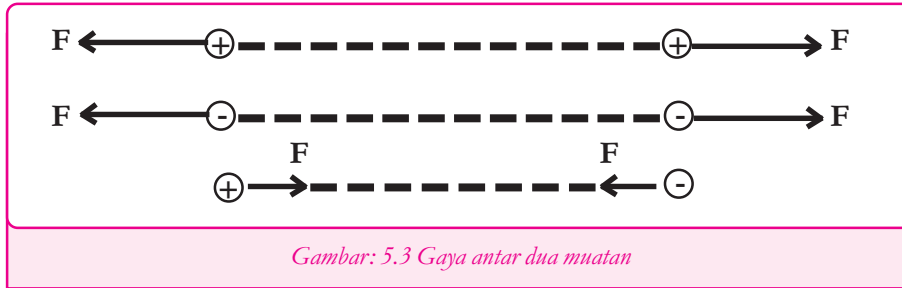
Secara singkat dapat dinyatakan bahwa elektron bermuatan negatif, proton bermuatan positif dan neutron tidak bermuatan atau netral.

Satuan muatan listrik dalam SI dinyatakan dengan Coulumb disingkat C, satuan tersebut diambil dari nama seorang fisikawan Perancis Charles Augustin Coulumb (1736-1806) yang telah banyak berjasa pada bidang fisika terutama pada listrik statis. Satuan muatan listrik bisa juga digunakan satuan yang lebih kecil yaitu mikrocoulumb ( $\mu C$ ) yang besarnya:

$$1 \mu C = 10^{-6} C$$

## B. Hukum Coulumb

Charles Augustine Coulumb mengemukakan bahwa dua muatan listrik sejenis akan tolak-menolak dan tidak sejenis akan tarik menarik. Perhatikanlah gambar di bawah ini!



Dari hasil percobaan menunjukkan bahwa besarnya gaya tolak-menolak atau tarik-menarik antara dua benda bermuatan listrik sebanding dengan besar muatan benda masing-masing dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara kedua benda. Itulah yang dinamakan Hukum Coulumb.

Secara matematis hukum Coulumb tersebut dapat dituliskan:

$$F = \frac{k \cdot Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

Dimana:

- F = gaya tolak-menolak atau tarik-menarik satuannya Newton
- $Q_1, Q_2$  = muatan listrik satuannya Coulumb
- r = jarak kedua muatan satuannya meter
- k = konstanta pembanding  $9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$

Apabila dua muatan masing-masing 1 Coulumb, berjarak 1 m, maka akan mengalami gaya listrik antara dua muatan sebesar  $9 \times 10^9 \text{ N}$ .

### Contoh Soal

1. Dua buah benda bermuatan listrik masing-masing 10C dan 20C berada pada jarak 20 cm, berapa gaya tolak-menolak antara dua muatan tersebut?

### Penyelesaian

Diketahui:

$$Q_1 = 10\text{C}$$

$$Q_2 = 20\text{C}$$

$$r = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$$

$$k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}$$

Ditanyakan :  $F = \dots?$

**Jawab:**

$$F =$$

$$= \frac{9 \times 10^9 \text{ N.m}^2 \cdot \text{C}^{-2} \cdot 10\text{C} \cdot 20\text{C}}{(0,2\text{m})^2}$$

$$= \frac{9 \times 10^9 \text{ N.m}^2 \cdot \text{C}^{-2} \cdot 20 \times 10^2 \text{ C}^2}{0,04\text{m}^2}$$

$$= 4,5 \cdot 10^{13} \text{ N}$$

2. Dua buah benda bermuatan jumlahnya  $7\text{C}$ , dengan jarak  $6 \text{ cm}$ , kedua muatan tersebut saling tolak-menolak, besar gaya tolak-menolak antara dua muatan tersebut  $3 \times 10^{13} \text{ N}$ . Hitunglah besar masing-masing muatan!

**Penyelesaian**

Diketahui:

$$Q_1 + Q_2 = 7\text{C}$$

$$r = 6 \text{ cm} = 0,06 \text{ m}$$

$$F = 3 \cdot 10^{13} \text{ N}$$

$$\text{Ditanyakan : } Q_1 = \dots? \text{ dan } Q_2 = \dots? \quad k = \frac{k \cdot Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

**Jawab:**

$$Q_1 + Q_2 = 7\text{C}$$

$$Q_1 = 7 - Q_2$$

Dari hukum Coulumb bahwa:

$$F = \frac{k \cdot Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

$$3 \cdot 10^{13} = 9 \times 10^9 \cdot \frac{(7 - Q_1) \cdot Q_2}{(6 \cdot 10^{-2})^2}$$

$$12 = 7Q_2 - Q_2^2$$

$$Q_2^2 - 7Q_2 + 12 = 0 \text{ (Persamaan kuadrat)}$$

$$(Q_2 - 4)(Q_2 - 3) = 0$$

Jadi  $Q_2 = 4\text{C}$  atau  $Q_2 = 3\text{C}$  sehingga kalau  $Q_2 = 4\text{C}$  maka

$Q_1 = 3\text{C}$  namun jika  $Q_2 = 3\text{C}$  maka  $Q_1 = 4\text{C}$ .

## Evaluasi

### Tokoh

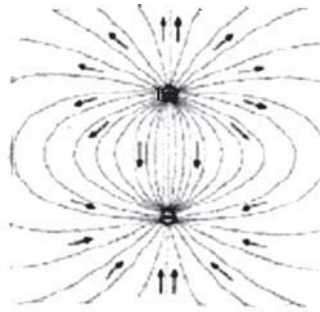
Seorang Insinyur Perancis bernama Charles Coulomb (1736 - 1806) menyelidiki hubungan antara gaya muatan dan jarak antara muatan. Yang sering dikenal dengan hukum Coulomb dengan sebuah alat yang dinamakan neraca puntir.

1. Dua buah benda bermuatan listrik masing-masing  $200\text{C}$  dan  $500\text{C}$ . Berapa newton gaya tolak-menolak antara dua benda tersebut jika jarak keduanya  $3\text{ m}$ ?
2. Dua benda bermuatan listrik masing-masing  $-20\text{C}$  dan  $+50\text{C}$  terletak pada jarak  $20\text{m}$ . Berapa besar gaya Coulomb antara dua muatan?
3. Dua buah keping mata uang yang terpisah sejauh  $1,5\text{ m}$  diberi muatan yang sama. Berapa besar muatan itu jika gaya interaksi yang timbul  $6,4\text{N}$ ?

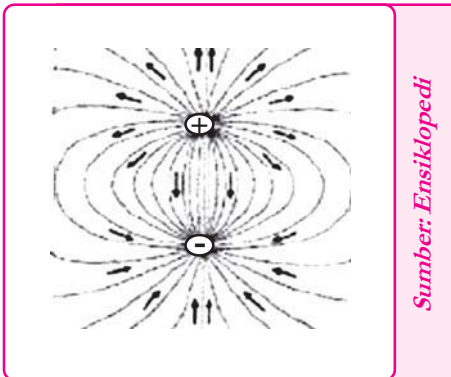
## C. Medan Listrik

Medan listrik adalah daerah di sekitar benda bermuatan listrik. Benda bermuatan listrik mempunyai garis-garis gaya yang dapat dilukiskan seperti gambar berikut ini.

Sumber: Ensiklopedi



Gambar : 5.4 Garis-garis gaya listrik a.bermuatan negatif, b. bermuatam positif



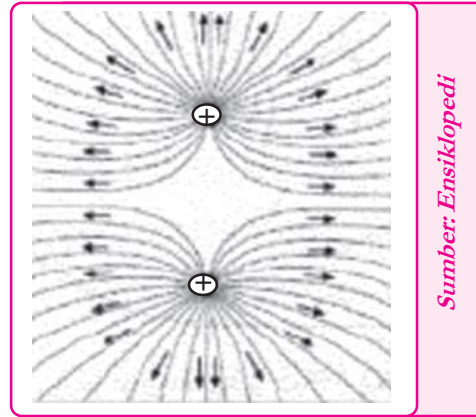
Sumber: Ensiklopedi

Garis-garis gaya listrik pada muatan positif bergerak keluar dan pada muatan negatif menuju ke pusat. Garis-garis gaya berasal dari muatan positif dan berakhir pada muatan negatif. Garis-garis gaya listrik antara muatan positif dan muatan negatif dapat dilukiskan seperti gambar berikut ini.!

Gambar : 5.5 Garis-garis gya listrik antara muatan – dan +

Garis-garis gaya listrik antara dua muatan positif dapat dilukiskan seperti gambar berikut ini.

Medan listrik dapat dinyatakan dengan kerapatan garis-garis gaya listrik. Medan listrik antara muatan negatif dan muatan positif terjadi sangat besar karena adanya kerapatan garis-garis gaya listrik. Perhatikanlah gambar di bawah ini!



Sumber: Ensiklopedi

Gambar : 5.6 Garis-garis gaya listrik antara dua muatan +

Medan listrik yang terjadi antara muatan positif dengan muatan positif kecil karena tidak adanya kerapatan garis-garis gaya listrik. Jadi, makin banyak garis-garis gaya listrik di suatu tempat antara dua muatan makin besar medan listriknya.



Gambar : 5.7 Muatan  $Q_1$  dan  $Q_2$

Besar kuat medan listrik pada muatan  $Q_1$  yang terletak dalam daerah muatan  $Q_2$  yang dilukiskan seperti gambar di atas, adalah:

$$E = \frac{F}{Q}$$

Dimana:

$F$  = Gaya Coulumb satuannya Newton

$Q$  = Muatan satuannya Coulumb

$E$  = Kuat medan satuannya N/C

### Contoh Soal

Sebuah muatan 200 coulumb berada pada jarak 10 m terhadap muatan 20 coulumb yang lain. Hitunglah medan listrik pada muatan 200 coulumb tersebut!

### Penyelesaian

Diketahui:

$$Q_1 = 200 \text{ C}$$

$$Q_2 = 20 \text{ C}$$

$$r = 10 \text{ m}$$

$$\text{Ditanya: } E = \dots?$$



**Jawab:**

$$E = \frac{F}{Q}$$

Langkah pertama menghitung F (gaya)

$$\begin{aligned} F &= \frac{kQ_1Q_2}{r^2} \\ &= 9 \times 10^9 \cdot \frac{200 \times 20}{10^2} \\ &= 36 \times 10^{10} \\ &= 3,6 \times 10^{11} \end{aligned}$$

Langkah kedua baru menghitung E (kuat medan)

$$E =$$

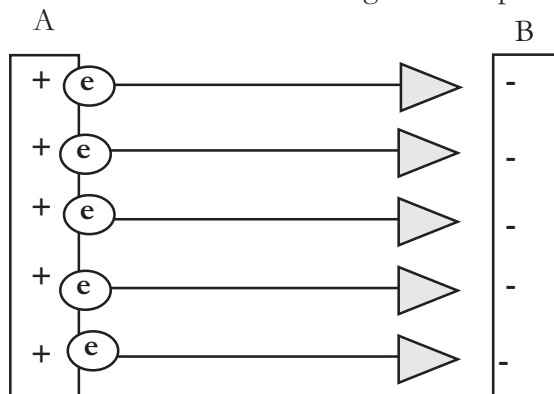
$$E = 1,8 \cdot 10^9 \text{ N/C}$$

Jadi kuat medan listrik adalah  $1,8 \cdot 10^9 \text{ N/C}$ .

$$\frac{3,6 \times 10^{11} \text{ N}}{200 \text{ C}}$$

#### **D. Potensial Listrik**

Sebuah elektron tidak mungkin dapat bergerak dengan sendirinya dari plat A ke plat B. Secara alami elektron akan bergerak mendekati muatan + dan menjauhi muatan -, jadi untuk menggerakkan dengan arah sebaliknya diperlukan suatu usaha. Pada gambar berikut dilukiskan elektron bergerak dari plat A ke plat B.



*Gambar: 5.8 Elektron yang bergerak dari A ke B*

Usaha yang diperlukan untuk memindahkan muatan dari B ke A per satuan muatan disebut potensial listrik. Potensial listrik dapat dilukiskan dalam persamaan sebagai berikut.

$$V = \frac{W}{Q}$$

Dimana:

V = Potensial listrik ( Volt )

Q = Muatan listrik (C)

W = Usaha (J)

Potensial listrik sebesar 1 Volt antara dua titik jika diperlukan usaha 1 Joule untuk memindahkan muatan 1 Coulomb antara dua titik tersebut.

$$1\text{volt} = \frac{1\text{Joule}}{1\text{Coulomb}}$$

### Contoh Soal

Untuk memindahkan muatan sebesar 10 C dari A ke B diperlukan usaha sebesar 100 Joule hitunglah potensial AB tersebut!

### Penyelesaian

Diketahui:

Q = 10C

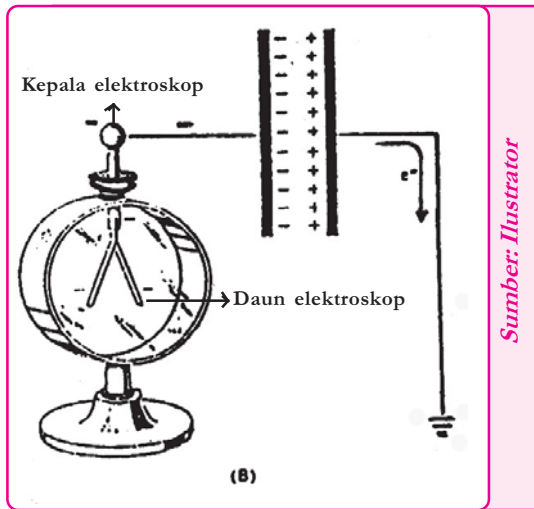
W = 100 Joule

Ditanya: V = ...?

**Jawab:**

$$\begin{aligned} V &= \frac{W}{Q} = \frac{100\text{Joule}}{10\text{C}} \\ &= 10 \text{ J/C} \\ &= 10 \text{ volt} \end{aligned}$$

## E. Induksi Listrik



Gambar : 5.9 Elektroskop

Bagaimana cara untuk mengetahui suatu benda itu bermuatan listrik?

Untuk mengetahui muatan listrik pada suatu benda digunakan alat yang disebut elektroskop. Bagian-bagian elektroskop ialah yang terlihat pada gambar di samping.

Dalam keadaan netral daun elektroskop (foil) mengatup. Sebaliknya, apabila ada muatan listrik, foil akan membuka. Semakin besar muatan listriknya semakin besar membukanya.

Jadi, untuk mengetahui suatu benda bermuatan listrik atau tidak yaitu dengan jalan menyentuh benda tersebut pada kepala elektroskop. Apabila foil membuka, benda yang disentuhkan bermuatan listrik.

### Memberi muatan benda dengan cara induksi

Suatu benda dapat diberi muatan dengan cara induksi. Untuk memahami hal tersebut, coba kamu lakukan percobaan berikut ini!

### Kegiatan Penyelidikan

#### Tujuan:

Menyelidiki suatu benda bermuatan listrik atau tidak.

#### Alat dan Bahan:

1. Elektroskop
2. Penggaris plastik
3. Kain wol

#### Langkah Kerja:

- 1) Gosoklah penggaris plastik dengan kain wol! Muatan apakah yang dimiliki penggaris plastik tersebut?

- 2) Elektroskop mula-mula netral lalu dekatkan penggaris plastik pada besi kepala elektroskop! Amati apakah daun elektroskop membuka?
- 3) Jauhkan penggaris plastik dari kepala elektroskop. Apakah daun elektroskop masih membuka? Mengapa demikian?
- 4) Buatlah kesimpulanmu berdasarkan data pengamatan!

Pada saat penggaris plastik didekatkan pada kepala elektroskop daun elektroskop membuka. Tahukah sebabnya? Mengapa demikian?

Pada saat penggaris plastik bermuatan negatif mendekat benda netral, benda netral tersebut muatannya terurai. Muatan positif benda mendekati muatan negatif penggaris plastik. Muatan negatif benda tertolak lari menjauhi batang ke daun elektroskop sehingga daun elektroskop membuka.

Pada saat penggaris plastik bermuatan negatif dijauhkan, daun elektroskop kembali menutup. Hal itu disebabkan muatan positif dan negatif kembali menyatu sehingga kembali netral.

Jadi, pada saat mendekatkan batang bermuatan pada benda netral, benda netral itu menjadi bermuatan. Pada elektroskop muatan berada di ujung-ujung elektroskop. Peristiwa pemberian muatan listrik pada suatu benda karena pengaruh benda bermuatan listrik disebut induksi listrik

Pada percobaan di atas yang menginduksi adalah penggaris plastik yang bermuatan negatif. Yang diinduksi adalah logam kepala elektroskop dari netral menjadi bermuatan positif.

## Evaluasi

1. Untuk memindahkan muatan 10 C dari titik A ke titik B diperlukan energi 90 Joule. Berapa beda potensial kedua titik tersebut?
2. Sebuah muatan 400 Coulomb berada pada jarak 10 m terhadap muatan 50 Coulomb. Hitunglah kuat medan listriknya pada muatan 400C!

## F. Listrik Statis Dalam Kehidupan Sehari-hari

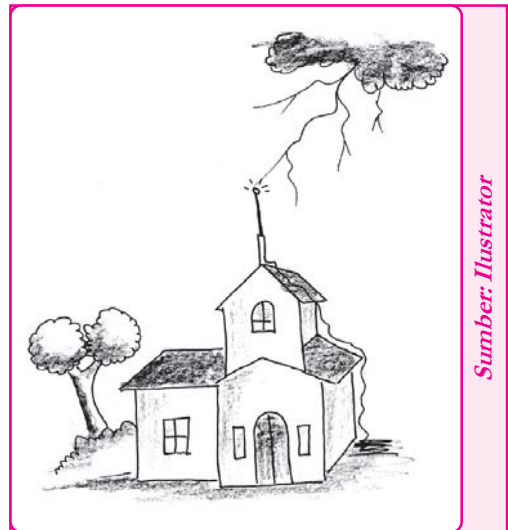
### 1. Petir dan Penangkal Petir

Bagaimanakah terjadinya petir itu? Bagaimana caranya agar petir tidak berbahaya bagi manusia?

Awan yang bergerak di angkasa bergesekan dengan udara. Gesekan tersebut menyebabkan awan bermuatan listrik. Awan seperti ini disebut halilintar. Jika beda potensial satu awan dengan awan lain besar, memungkinkan terjadi loncatan elektron. Loncatan elektron tersebut berupa bunga api yang tampak sebagai kilatan cahaya. Kilatan cahaya inilah yang disebut petir. Udara yang dilalui kilatan cahaya memuai dengan tiba-tiba. Pemuaian yang tiba-tiba ini menimbulkan suara yang menggelegar. Suara inilah yang disebut guntur.

Selain itu, kadang-kadang juga terjadi loncatan elektron dari awan ke bumi melalui benda-benda tertentu seperti pohon atau gedung-gedung. Benda-benda yang dilalui elektron tersebut dikatakan tersambar petir.

Namun, jika loncatan elektron tersebut ditangkap oleh logam yang menjulang lebih tinggi daripada gedung (penangkal petir), gedung yang berada didekat logam tersebut aman (tidak tersambar petir). Penangkal petir berupa logam berujung runcing yang dihubungkan oleh kawat tembaga dengan lempeng logam yang ditanam dalam tanah. Hal ini karena elektron tersebut oleh logam ditangkap kemudian diteruskan ke bumi.



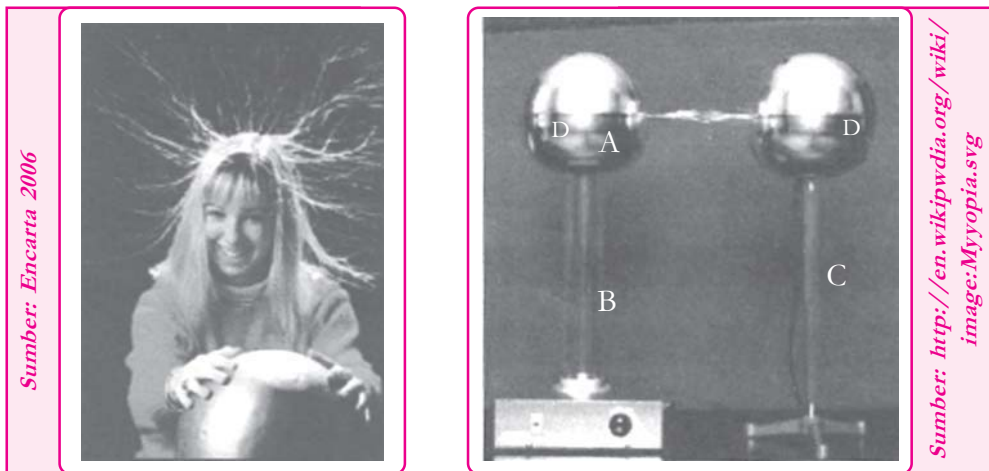
*Gambar: 5.10 Petir dan penangkal petir yang dipasang di gedung.*

Prinsip kerja penangkal petir selengkapnya adalah sebagai berikut. Misalnya awan (halilintar) yang berada di atas gedung bermuatan negatif, atap gedung akan terinduksi dan bermuatan positif. Gaya tarik-menarik antara awan dan atap dapat menyebabkan elektron-elektron meloncat dari awan ke atap. Jika pada atap dipasang penangkal petir, elektron yang meloncat ditangkap oleh penangkal petir dan diteruskan ke bumi. Bumi dapat menampung elektron dalam jumlah tak terbatas. Selain itu, mungkin juga dari ujung runcing pada penangkal petir memancarkan arus ion positif. Jika ujung runcing penangkal petir terinduksi sangat kuat oleh awan bermuatan negatif yang melintas di atasnya, udara di sekitar ujung itu terionisasi. Artinya, elektron dari molekul-molekul udara itu ditarik oleh ujung

runcing. Akibatnya, banyak udara di sekitar ujung runcing bermuatan positif (kehilangan elektron). Molekul-molekul udara bermuatan positif itulah yang didorong dengan kuat (dipancarkan) oleh ujung logam hingga bergabung dengan awan yang sedang melintas di atasnya. Dengan begitu, sebagian awan bermuatan negatif menjadi netral dan hal ini tentu saja memperkecil kemungkinan petir menyambar.

## 2. Mesin Listrik

Mesin Listrik adalah alat untuk menimbulkan muatan listrik yang besar. Salah satu contohnya adalah generator Van de Graaff, yang dasar kerjanya sama dengan cara menimbulkan muatan listrik secara gosokan. Perhatikanlah gambar berikut ini!



*Gambar: 5.11 Generator Van de Graaff*

**Generator Van de Graaff terdiri atas bagian-bagian berikut, yaitu:**

- Sebuah bola logam berongga (A) yang ditopang oleh sebuah tabung isolator (B).
- Tabung isolator yang berdiri di atas sebuah alas logam yang dibumikan (C).
- Pita karet (D) tak berujung pangkal.

**Cara kerja generator Van de Graaff adalah sebagai berikut.**

- Apabila mesin dihidupkan, pita tak berujung pangkal D berputar dengan cepat melalui silinder A dan B.

- b. Permukaan luar kedua silinder itu dilapisi dengan bahan yang berbeda sedemikian rupa. Gesekan antara pita karet dan silinder B menyebabkan pita karet bermuatan negatif. Gesekan pita karet dengan silinder A menyebabkan pita karet bermuatan positif.
- c. Dengan demikian, gerak pita karet ke atas selalu membawa muatan negatif dan gerak pita ke bawah membawa muatan positif.
- d. Muatan negatif pada pita karet mengalir melalui ujung lancip penghantar Y ke bola logam berongga S.
- e. Muatan-muatan bola itu menempati permukaan luar bola, sedangkan di permukaan dalam bola tidak terdapat muatan.
- f. Muatan yang terus-menerus dibawa oleh pita karet itu berkumpul di permukaan luar bola sehingga jumlahnya semakin besar.
- g. Muatan positif yang dibawa oleh pita karet ke bawah mengalir melalui ujung lancip penghantar X ke dinding alas. Karena alas dihubungkan dengan bumi muatan positif langsung ke tanah.
- h. Banyaknya muatan yang terkumpul pada permukaan bola S menimbulkan beda potensial tinggi antara bola dan tanah. Hal itu dapat ditunjukkan dengan cara mendekatkan penghantar lain yang dibumikan pada bola S. Apabila jarak antara penghantar dan bola semakin dekat, timbullah loncatan listrik yang menyerupai kilat.

## Rangkuman

1. Elektron bermuatan negatif, proton bermuatan positif dan neutron tidak bermuatan atau netral.
2. Dua muatan listrik sejenis akan tolak-menolak dan tidak sejenis akan tarik menarik.
3. Hukum Coulumb menyatakan: “Besarnya gaya tolak-menolak atau tarik-menarik antara dua benda bermuatan listrik sebanding dengan besar muatan benda masing-masing dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara kedua benda”. Secara matematis dituliskan.

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

4. Medan listrik adalah daerah di sekitar benda bermuatan listrik.
5. Besar kuat medan listrik pada muatan  $Q_1$  yang terletak dalam daerah muatan  $Q_2$  adalah:

$$E = \frac{F}{Q}$$

6. Usaha yang diperlukan untuk memindahkan muatan dari satu titik ke titik yang lain per satuan muatan disebut potensial listrik. Besarnya potensial listrik sebagai berikut:

$$V = \frac{W}{Q}$$

7. Untuk mengetahui muatan listrik pada suatu benda digunakan alat yang disebut elektroskop.
8. Pemanfaatan listrik statis dalam kehidupan sehari-hari antara lain penangkal petir dan mesin listrik contohnya adalah generator Van de Graaff.

## Proyek

### Tujuan:

Memperagakan pengaruh listrik statis.

### Alat dan Bahan

1. Lima lembar kertas ketik
2. Pelubang kertas
3. Empat balon bundar
4. Spidol
5. Jangka
6. Kain Wol
7. Penunjuk waktu

### Langkah Kerja

1. Tiup masing-masing balon sampai seukuran jeruk bali dan ikatlah! Dengan menggunakan spidol berilah nomor pada balon tersebut 1 hingga 4!



2. Gunakan jangka untuk menggambar lingkaran berdiameter 15 cm di bagian tengah empat lembar kertas, berilah angka pada kertas-kertas tersebut 1 hingga 4!
3. Lipat salah satu kertas setengahnya!
4. Gunakan pelubang kertas untuk membuat 26 lingkaran dari kertas yang terlipat!
5. Letakkan kertas di atas meja dan sebarakan ke 26 potongan kertas dalam lingkaran pada kertas!
6. Gosok-gosokkan balon 1 dengan cepat maju mundur pada kain wol sebanyak 10 kali! Kemudian balon 1 dekatkan potongan-potongan kertas selama 5 detik!
7. Hitung jumlah potongan kertas yang menempel pada balon. Catat pada tabel di bawah!
8. Singkirkan kertas 1, balon 1, dan potongan yang telah terpakai!
9. Ulangi langkah 4 hingga 8 sebanyak tiga kali!

**Tabel: Data Percobaan**

Balon	Jumlah potongan kertas yang menempel pada balon				
	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Uji 4	Rata-Rata
1					
2					
3					
4					

10. Hitunglah jumlah rata-rata potongan yang menempel pada balon!

### **Penyelidikan Lebih Lanjut**

Wol adalah serat alam. Apakah kain yang terbuat dari serat sintetis menghasilkan listrik statis? Selidikilah!

### **Petunjuk Penyelidikan**

1. Ulangilah penyelidikan dengan menggunakan kain yang terbuat dari serat sintetis seperti rayon atau nilon!

2. Foto-foto langkah kerjamu, dapat kamu gunakan sebagai bagian dari pameranmu.

### **Pertanyaan lain untuk diselidiki**

1. Apakah jumlah gosokan balon mempengaruhi gaya dari muatan yang dihasilkan?
2. Bagaimana pengaruh bentuk potong kertas terhadap gaya tarik bahan yang bermuatan?
3. Bagaimana jarak potong kertas dari bahan yang bermuatan terhadap gerakan potong kertas?

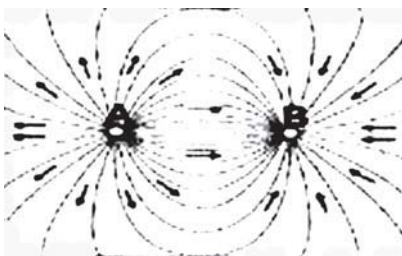
### ***Uji Kompetensi***

---

#### **A. Pilih salah satu jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda (x) pada huruf a, b, c, atau d!**

1. Partikel penyusun atom yang bermuatan negatif adalah ....
  - a. proton
  - b. elektron
  - c. elektron
  - d. positron
2. Plastik digosok dengan kain wol akan bermuatan negatif sebab ....
  - a. gosokan menimbulkan elektron
  - b. muatan positif pindah ke plastik
  - c. elektron pindah dari kain wol ke plastik
  - d. proton pindah dari kain wol ke plastik
3. Kaca yang digosok dengan kain sutra menjadi bermuatan positif karena ....
  - a. elektron dari kain sutra pindah ke kaca
  - b. elektron dari kaca pindah ke kain sutra
  - c. elektron dari kaca dan kain sutra pindah bersama-sama
  - d. tidak ada perpindahan elektron
4. Dua buah muatan akan tarik-menarik jika ....
  - a. muatan kedua benda tidak sama
  - b. muatan kedua benda sama
  - c. kedua benda tidak bermuatan
  - d. salah satu benda bermuatan

5. Gaya tarik-menarik atau tolak-menolak benda yang bermuatan akan semakin besar apabila ....
- jarak diperbesar
  - muatan diperbesar
  - jarak tetap dan muatan diperkecil
  - jarak diperbesar dan muatan diperbesar
6. Dua muatan satu sama lain mula-mula berada pada jarak 6 cm, kemudian saling didekatkan sampai pada jarak 2 cm. Gaya tarik-menarik atau gaya tolak menolak antara kedua muatan itu sekarang menjadi lebih besar ....
- 3 kali
  - 6 kali
  - 9 kali
  - 12 kali
7. Daerah di sekitar benda yang bermuatan listrik dan masih mendapat pengaruh listrik disebut ....
- muatan listrik
  - potensial listrik
  - medan listrik
  - induksi listrik
8. Perhatikanlah gambar di bawah!



Berdasarkan arah garis gaya listrik pada gambar, benda A adalah ....

- bermuatan positif
- bermuatan negatif
- netral
- tidak bermuatan

9. Sebuah elektrooskop netral disentuh benda bermuatan listrik negatif. Kedua daun elektrooskop mekar, sebab ....
- terjadi induksi listrik
  - kedua daun elektrooskop bermuatan positif
  - kedua daun elektrooskop bermuatan negatif
  - antara kedua daun elektrooskop ada gaya tolak menolak.
10. Untuk memindahkan muatan listrik sebesar 5 C, dari titik A ke titik B diperlukan usaha sebesar 25 J. Beda potensial antara titik A dan titik B adalah....
- 5 V
  - 10 V
  - 20 V
  - 30 V
11. Alat yang digunakan untuk menghasilkan muatan listrik yang besar adalah....
- neraca puntir
  - elektroskop
  - teleskop
  - generator Van de Graff
12. Sebuah benda bermuatan jika dihubungkan ke bumi menjadi netral sebab ....
- bumi merupakan isolator yang sangat baik
  - bumi merupakan konduktor yang sangat baik
  - bumi mempunyai sifat berlawanan dengan muatan listrik
  - bumi selalu siap menerima muatan yang sangat besar
13. Pada cuaca buruk supaya tidak kena sambaran petir, sebaiknya ....
- berteduh di bawah pohon besar
  - berlari ke lapangan yang luas
  - memakai topi dari baja
  - berteduh ke rumah yang ada penangkal petirnya

14. Bagian utama penangkal petir dibuat dari batang logam berujung runcing. Hal ini dibuat dengan maksud agar ....
- mudah dialiri listrik
  - mudah melepas elektron
  - mudah menangkap elektron
  - mudah terinduksi
15. Prinsip kerja penangkal petir adalah ....
- mencegah arus listrik dari awan
  - menetralkan muatan listrik pada awan
  - mengalihkan aliran arus listrik dari awan ke tempat lain
  - menyalurkan arus listrik dari awan ke bumi.

**B. Jawablah soal-soal berikut dengan teliti dan benar!**

- Apakah perbedaan benda bermuatan listrik dan benda netral?
- Jelaskan prinsip kerja elektraskop!
- Dua buah benda bermuatan listrik masing-masing 100C dan 200C. berapa newton gaya tolak-menolak antara dua benda tersebut jika jarak keduanya 2 m?
- Gaya tolak-menolak dua buah benda besarnya 75 N. Muatan benda pertama 60 C dan muatan benda kedua 500 C. Hitunglah jarak kedua benda tersebut!
- Sebuah muatan 300 coulomb berada pada jarak 5 m terhadap muatan 30 coulomb yang lain. Hitunglah kuat medan listrik pada muatan 300 coulomb tersebut!
- Untuk memindahkan muatan 20 C dari titik A ke titik B diperlukan energi 100 Joule. Berapa beda potensial kedua titik tersebut?
- Jelaskan proses terjadinya petir!
- Jelaskan cara kerja generator Van de Graff!

# Bab 6

## Listrik Dinamis

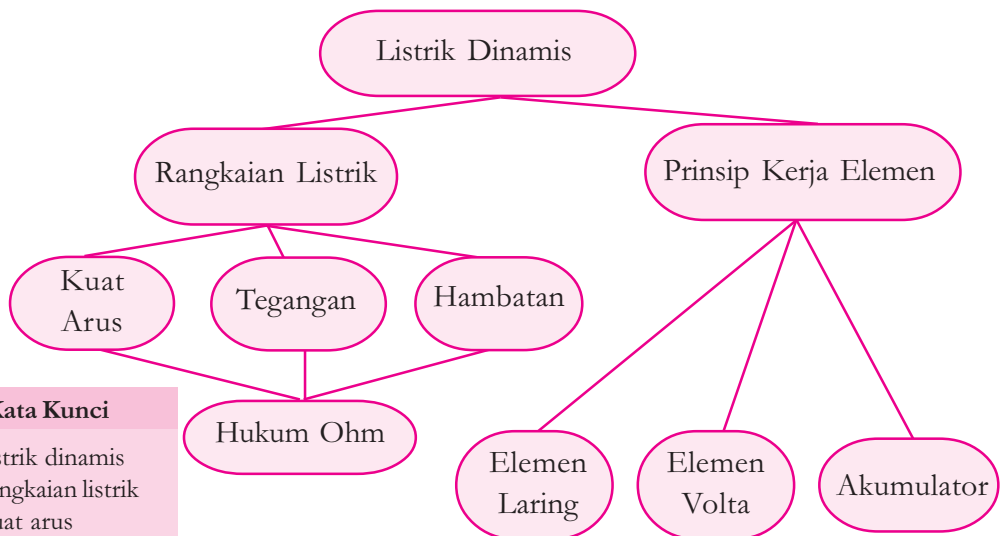
### Tujuan Kompetensi

Setelah mempelajari bab ini diharapkan kamu mampu memahami konsep kelistrikan dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

### Tujuan Subkompetensi

Kamu mampu mendeskripsikan muatan listrik untuk memahami gejala-gejala listrik statis serta kaitannya dalam kehidupan sehari-hari.

Untuk mengetahui garis besar bab ini, kamu perhatikan peta konsep di bawah ini!

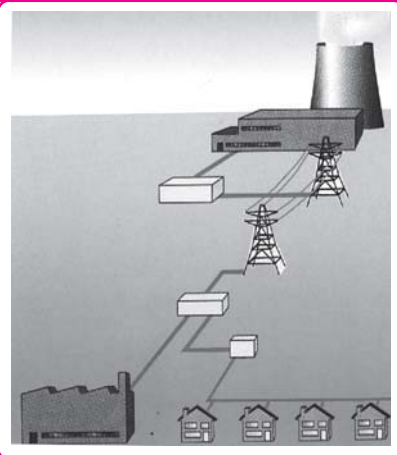


### Kata Kunci

- Listrik dinamis
- Rangkaian listrik
- Kuat arus
- Beda potensial
- Hambatan
- Elemen

Pada bab sebelumnya kamu telah mempelajari tentang listrik statis, yaitu tentang muatan listrik dalam keadaan diam. Akan tetapi dalam kehidupan sehari-hari peralatan yang kamu gunakan berhubungan dengan muatan listrik yang bergerak. Contohnya muatan listrik yang mengalir melalui filamen lampu pijar yang menyebabkan lampu pijar menyala. Coba, kamu berikan contoh-contoh lain! Pada Bab ini akan kamu pelajari listrik dinamis yaitu muatan listrik yang bergerak atau mengalir.

Sumber: Ensiklopedi



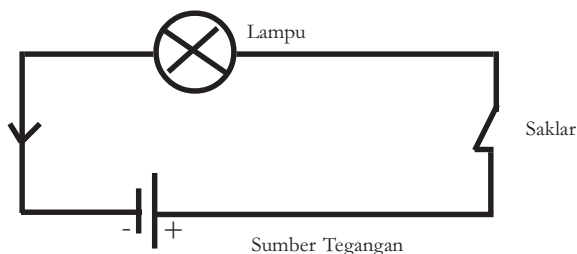
Gambar:6.1 Jaringan listrik PLN

## A. Rangkaian Listrik

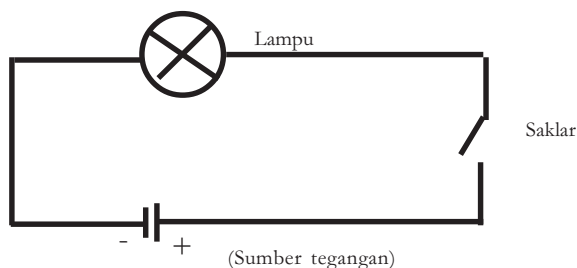
### Tujuan Subkompetensi

Setelah mempelajari sub bab ini diharapkan kamu mampu menganalisis percobaan listrik dinamis dalam suatu rangkaian serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Perhatikanlah gambar berikut! Pada gambar a lampu menyala dan pada b lampu tidak menyala, mengapa?



Gambar: 6.2 a. Rangkaian dengan saklar tertutup



b. Rangkaian dengan saklar terbuka.

Pada gambar b lampu tidak menyala karena tidak ada aliran muatan listrik pada penghantar sebab saklar dibuka, sering disebut rangkaian terbuka. Sedangkan pada gambar a lampu menyala karena ada aliran muatan listrik sebab saklar tertutup, sering disebut rangkaian tertutup. Jadi, arus listrik mengalir hanya pada rangkaian tertutup. Lalu apa arus listrik itu?

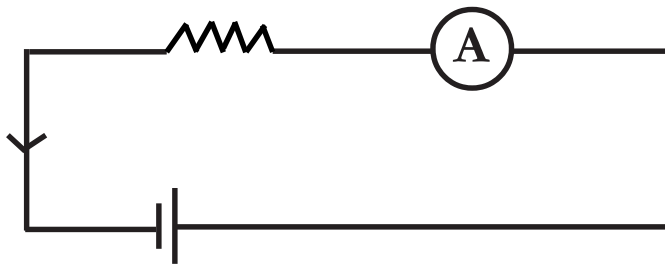
Arus listrik muncul ketika elektron-elektron bergerak dari potensial rendah ke potensial tinggi. Arah gerakan elektron ini berlawanan dengan arah arus listrik. Jadi, akibat pergerakan elektron-elektron ini, muncul arus listrik yang arahnya dari potensial tinggi ke potensial rendah.

Pada rangkaian tertutup, sumber tegangan dapat menimbulkan beda potensial dalam rangkaian. Dengan adanya perbedaan potensial ini elektron-elektron terdorong untuk bergerak dari potensial rendah (kutub -) ke potensial tinggi (kutub +). Kondisi ini akan menimbulkan arus listrik dalam rangkaian yang arahnya dari potensial tinggi (kutub +) ke potensial rendah (-).

## 1. Kuat Arus

Bagaimana cara mengetahui besar atau kecilnya kuat arus listrik? Apakah kuat arus listrik itu?

Besar atau kecilnya muatan listrik yang mengalir pada suatu penghantar tiap sekon disebut kuat arus listrik. Kuat arus listrik dapat diukur dengan menggunakan alat yang dinamakan amperemeter. Amperemeter disusun secara berurutan (seri) dalam rangkaian listrik, seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



*Gambar: 6.3 Cara merangkai amperemeter serta simbolnya*

Amperemeter yang biasa digunakan di laboratorium sekolah adalah sebagai berikut.

- 1) Amperemeter yang terdiri atas basikmeter ditambah shunt (ammeter).



- 2) Avometer singkatan dari ampere, volt, ohmmeter. Bila chanel ditunjukkan pada huruf A, maka yang terukur oleh avometer adalah kuat arus.
- 3) Untuk amperemeter yang ada di dalam kit listrik, bila plat yang dapat digeser menutupi huruf V, maka huruf A yang terlihat berfungsi sebagai ammeter.

Cara membaca skala pada amperemeter adalah sebagai berikut. Setelah amperemeter terpasang pada rangkaian dan saklar ditutup, maka arus listrik mengalir dan jarum amperemeter menunjuk angka tertentu sesuai dengan besar arus yang terukur. Misalnya amperemeter akan digunakan untuk mengukur kuat arus maksimum satu ampere, maka masing-masing ujung kabel dimasukkan ke angka nol dan satu.

Bila jarum menunjukkan angka tertentu, misalnya angka 40 skala bawah atau 20 skala atas, maka besar arus listrik adalah:

$$\frac{40}{100} \times 1A = 0,40A \text{ dan untuk skala atas kuat arus besarnya:}$$

$$\frac{20}{50} \times 1A = 0,40A$$

Untuk lebih memahami cara mengukur kuat arus listrik lakukanlah percobaan berikut.

### Kegiatan Laboratorium

#### Tujuan:

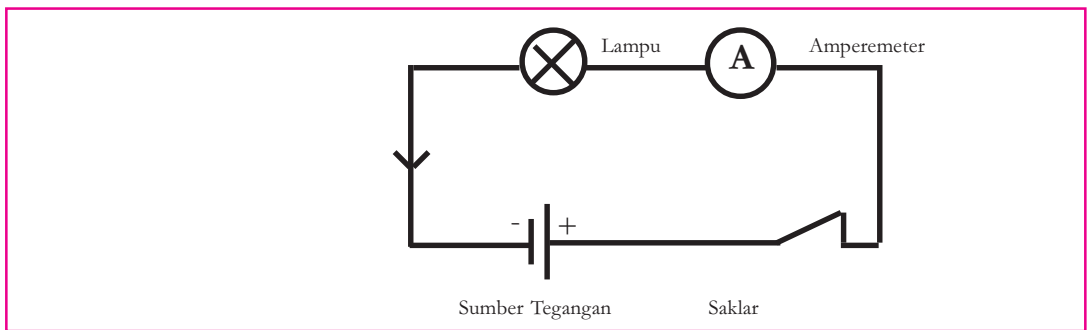
Melakukan pengukuran kuat arus.

#### Alat dan Bahan:

1. Baterai
2. Sebuah lampu pijar kecil
3. Sebuah amperemeter
4. Beberapa utas kabel.

#### Langkah Kerja

- 1) Susun peralatan seperti pada gambar di bawah. Apakah arus listrik mengalir melalui rangkaian? Berapa kuat arus listrik yang ditunjukkan oleh amperemeter?
- 2) Lepaskan salah satu kabel, amati nyala lampu dan jarum amperemeter. Mengapa arus listrik tidak mengalir pada lampu dan amperemeter tidak menyimpang?



Bagaimana hasil pengamatanmu? Pada rangkaian percobaan pertama lampu pijar menyala dan jarum amperemeter menyimpang. Hal itu menunjukkan bahwa arus mengalir melalui lampu pijar. Kuat arus yang melalui lampu pijar diukur dengan amperemeter, dan satuan kuat arus adalah ampere. Apakah yang dimaksud 1 ampere itu? 1 ampere adalah besar muatan listrik 1 Coulomb yang mengalir melalui penghantar setiap 1 sekon. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.

$$I = \frac{q}{t}$$

Dimana:

$q$  = muatan listrik ( $c$  = Coulomb)

$t$  = waktu (sekon)

$I$  = kuat arus listrik (C/s atau A)

Satuan kuat arus yang lebih kecil yaitu: miliampere dapat ditulis mA, mikroampere dapat ditulis  $\mu A$

$$1 \text{ mA} = \frac{1}{1000} \text{ A} = \frac{1}{10^3} \text{ A} = 10^{-3} \text{ A}$$

$$1 \mu\text{A} = \frac{1}{1000000} \text{ A} = \frac{1}{10^6} \text{ A} = 10^{-6} \text{ A}$$

### Contoh Soal

1. Banyaknya muatan yang mengalir pada sebuah penghantar 90 C selama 0,5 menit. Berapa ampere kuat arus yang mengalir pada penghantar tersebut?

### Penyelesaian

Diketahui:

$$q = 90 \text{ C}$$

$$t = 0,5 \text{ menit} = 30 \text{ sekon}$$

Ditanya:

$$I = \dots?$$

**Jawab:**

$$I =$$

$$= \frac{90 \text{ C}}{30 \text{ s}}$$

$$= 3 \text{ C/s} = 3\text{A}$$

### Tokoh

Seorang fisikawan bernama Andre Marie Ampere mengemukakan hubungan antara kelistrikan dan kemagnetan. Pada tahun 1820 dia menemukan prinsip dari reaksi elektromagnetik dengan menyelidiki gaya yang ditimbulkan ketika arus listrik melewati medan magnet. Ampere atau amp adalah nama julukannya.

2. Dalam waktu 2 menit, pada sepotong kawat penghantar mengalir arus sebesar 10 ampere. Hitunglah muatan listrik yang dipindahkan dalam penghantar tersebut!

**Penyelesaian**  $\frac{q}{t} I = \frac{q}{t}$

Diketahui:

$$t = 2 \text{ menit} = 120 \text{ s}$$

$$I = 10 \text{ ampere}$$

Ditanya:

$$q = \dots?$$

**Jawab:**

$$\begin{aligned} q &= I \cdot t \\ &= 10\text{A} \cdot 120\text{s} \\ &= 1200 \text{ A.s} \\ &= 1200 \text{ C} \end{aligned}$$

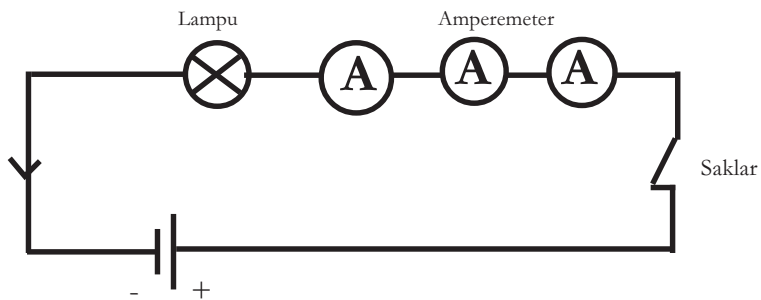
## Evaluasi

### Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut!

1. Pada suatu penghantar mengalir muatan listrik sebesar 180 Coulumb selama 3 menit. Berapa ampere besar kuat arus listriknya?
2. Sebuah baterai mobil menyimpan muatan 150.000 C, sampai berapa lama baterai itu mampu mencatu arus sebesar 50 ampere?
3. Sebuah kawat penghantar mengalirkan arus sebesar 50 A selama 1 menit. Berapa Coulumb muatan listrik yang dipindahkan dalam penghantar tersebut?

## 2. Kuat Arus Dalam Rangkaian Bercabang

Perhatikanlah gambar di bawah!



*Gambar: 6.4 Rangkaian tidak bercabang*

Pada gambar di atas terdapat tiga buah ampere meter dalam rangkaian tak bercabang. Ketiga amperemeter ini mengukur kuat arus pada titik berbeda di dalam rangkaian, tetapi ketiga amperemeter itu menunjukkan angka yang sama. Berdasarkan penjelasan di atas dapat kita simpulkan bahwa: “Kuat arus listrik dalam suatu rangkaian tak bercabang di setiap titik sama besar”.

Bagaimana kuat arus pada rangkaian tertutup yang bercabang? Untuk menyelidiki hal tersebut lakukanlah percobaan berikut!

## Tugas Kelompok

### Tujuan:

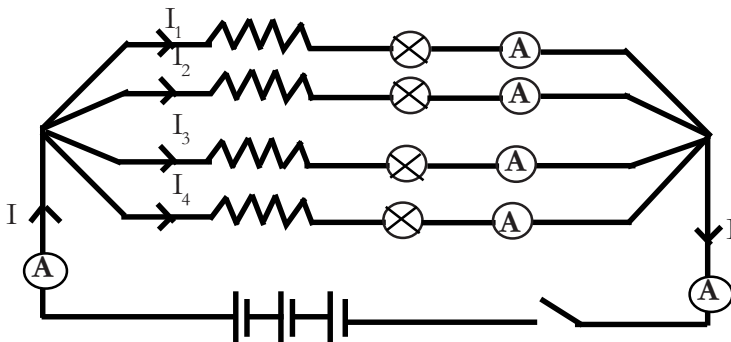
Menyeliki besarnya kuat arus pada rangkaian bercabang.

### Alat dan Bahan

1. Amperemeter 6 buah
2. Baterai kering 3 buah
3. Lampu dan tempatnya 4 buah
4. Sakelar 1 buah
5. Reostat (hambatan geser)

### Langkah Kerja

1. Susun alat seperti pada gambar di bawah ini!



2. Tutup saklar, amati semua jarum amperemeter sehingga kuat arus dapat dibaca dengan baik pada kelima amperemeternya!

(Apabila amperemeter hanya satu buah, cara pengukurannya bergantian, mula-mula amperemeter diletakkan pada posisi  $I_1$  setelah mencatat data kuat arusnya, pindahkan amperemeter ke posisi  $I_2$ , pindahkan lagi ke posisi  $I_3$  dan seterusnya sampai selesai). Catat data dalam tabel yang telah disediakan!.

3. Ulangi langkah dua dengan menggunakan 2 baterai, catat pula data hasil pengukuranmu berikut ini!

No	Jumlah Baterai	Kuat Arus A (ampere)					
		$I$	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	$I_1 + I_2 + I_3 + I_4$
1	3						
2	2						

4. Buatlah kesimpulanmu!

Kuat arus dalam rangkaian bercabang lebih kecil daripada kuat arus dalam rangkaian tak bercabang. Hasil percobaan menunjukkan bahwa jumlah kuat arus yang melalui  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ , dan  $I_4$  adalah sama dengan kuat arus yang melalui  $I$ . Hal ini pertama kali diselidiki oleh Kirchoff sehingga hasil penemuannya disebut Hukum Kirchoff.

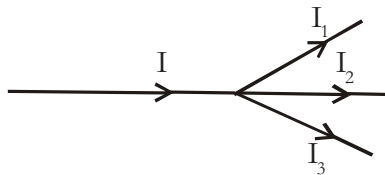
Dapat disimpulkan bahwa dalam rangkaian bercabang, kuat arus yang masuk pada titik percabangan sama besar dengan kuat arus yang keluar dari titik percabangan. Jika kuat arus yang masuk ke titik percabangan adalah  $I$ , dan arus yang keluar dari titik percabangan adalah  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ , dan  $I_4$  maka berlaku hubungan:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$$

Persamaan ini dikenal sebagai hukum Kirchoff. Secara fisis dapat diartikan kuat arus yang masuk pada titik percabangan sama besarnya dengan jumlah kuat arus yang keluar dari titik percabangan.

### Contoh Soal

Perhatikanlah gambar di bawah ini!



*Gambar: 6.5 Rangkaian bercabang*

Jika  $I = 20 \text{ mA}$ ,  $I_1 = 5 \text{ mA}$ , dan  $I_2 = 7 \text{ mA}$  maka tentukanlah  $I_3$  !

### Penyelesaian

Diketahui:

$$I = 20 \text{ mA}$$

$$I_1 = 5 \text{ mA}$$

$$I_2 = 7 \text{ mA}$$

Ditanya:  $I_3 = \dots?$

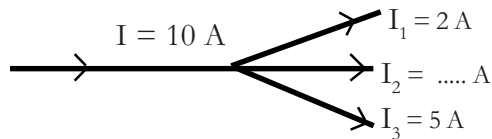
**Jawab:**

$$\begin{aligned} I &= I_1 + I_2 + I_3 \\ I_3 &= 20 \text{ mA} - (5 \text{ mA} + 7 \text{ mA}) \\ &= 8 \text{ mA} \end{aligned}$$

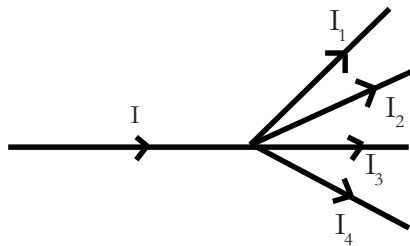
## Evaluasi

**Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan benar!**

1. Kuat arus pada rangkaian bercabang pada gambar di bawah, tentukanlah besar arus  $I_2$ !



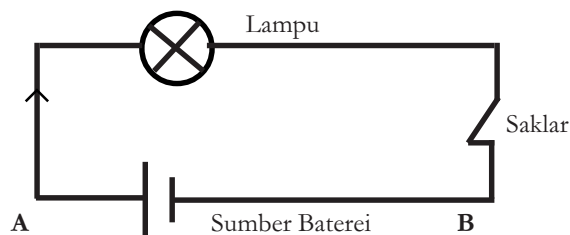
2. Perhatikanlah gambar di bawah, jika diketahui  $I_1 = 2 \text{ mA}$ ,  $I_2 = 3 \text{ mA}$ , dan  $I_3 = 5 \text{ mA}$ , dan  $I_4 = 5 \text{ mA}$  maka hitunglah  $I$ ?



### 3. Tegangan Listrik

Tegangan listrik sering diistilahkan dengan beda potensial diberi lambang  $V$  singkatan dari Voltase yang artinya tegangan. Apakah beda potensial itu?

Perhatikanlah gambar berikut!



*Gambar: 6.6 Rangkaian tertutup*

Arus listrik mengalir dari titik A melalui lampu ke B karena ada beda potensial. Supaya arus listrik terus-menerus mengalir, maka muatan yang sampai di B harus dikembalikan di A dengan menggunakan sumber tegangan. Sedangkan untuk mengembalikan muatan listrik dari B ke A, sumber tegangan memerlukan energi. Jadi, beda potensial adalah banyaknya energi yang berfungsi untuk mengalirkan setiap Coulumb muatan dari satu titik ke titik yang lain.

Apabila energi  $W$ , muatan listrik  $q$ , maka beda potensial  $V$  dapat dirumuskan:

$$V = \frac{W}{q}$$

Dimana:

$W$  = energi, satuan Joule

$q$  = muatan, satuan Coulumb

$V$  = Beda Potensial, satuan Volt

Dua titik dikatakan mempunyai beda potensial 1 Volt, apabila sumber tegangan itu mengeluarkan energi sebesar satu Joule untuk memindahkan muatan listrik sebesar satu Coulumb dari satu titik ke titik yang lain.

### ***Cara Mengukur Beda Potensial***

Bagaimana cara mengukur beda potensial? Ikutilah pembahasan berikut ini!

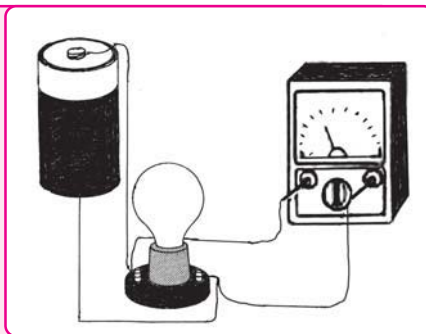
Untuk mengukur beda potensial berbagai sumber listrik, misalnya baterai atau mengukur tegangan antara ujung-ujung suatu alat listrik, misalnya lampu digunakan alat ukur yang disebut Voltmeter. Voltmeter harus dipasang paralel dengan sumber listrik atau peralatan listrik yang akan diukur tegangannya.

Jika kita hendak mengukur tegangan lampu pijar, digunakan dua utas kabel untuk menghubungkan paralel kedua ujung lampu pijar (titik A dan B) dengan kedua terminal Voltmeter, seperti ditunjukkan pada gambar berikut ini.

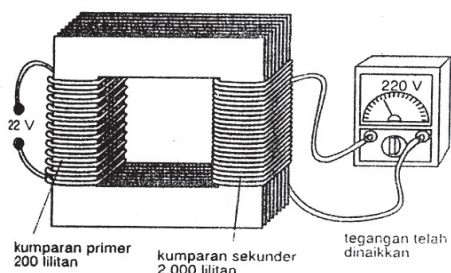


Untuk mengukur tegangan sumber listrik arus searah misalnya baterai atau aki, ujung yang potensialnya lebih tinggi harus dihubungkan ke terminal positif Voltmeter dan potensial yang lebih rendah dihubungkan ke terminal negatif Voltmeter.

Sumber : Ilustrator

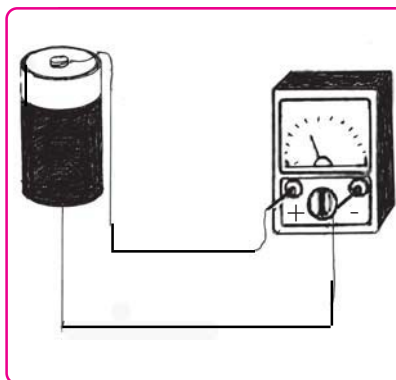


Gambar: 6.7 AVO



Sumber : Ilustrator

Gambar: 6.8 a. Mengukur tegangan AC



Sumber : Ilustrator

b. Mengukur tegangan DC

Agar lebih mudah untuk memahami cara mengukur beda potensial, coba kamu lakukan percobaan berikut ini!

## Kegiatan Laboratorium

### Tujuan:

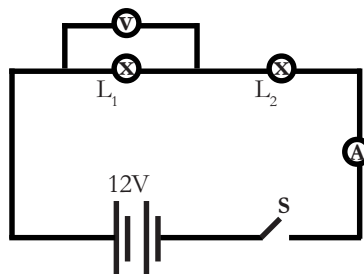
Melakukan pengukuran tegangan listrik.

### Alat dan Bahan

1. Voltmeter
2. Baterai
3. Kabel penghubung 2 buah

### Langkah Kerja

1. Hubungkan ujung-ujung baterai ke terminal Voltmeter dengan menggunakan kabel, seperti pada gambar di samping!



2. Amati jarum penunjuk pada Voltmeter, kemudian tambahkan sebuah lampu pada rangkaian!
3. Amati jarum penunjuk pada Voltmeter (angka yang ditunjukkan Voltmeter adalah besar tegangan jepit)!
4. Bandingkan besar tegangan baterai dengan besar tegangan jepit.
5. Buatlah kesimpulan dari hasil pengukuranmu!

Baterai yang dihubungkan ke Voltmeter menghasilkan tegangan tertentu yang disebut tegangan sumber. Setelah dihubungkan dengan lampu maka tegangannya menjadi lebih kecil, tegangan dalam rangkaian tersebut dikatakan tegangan jepit.

Apabila beberapa buah baterai dirangkai berurutan (secara seri) besar tegangannya adalah jumlah dari masing-masing tegangan baterai. Misalnya, sebuah baterai mempunyai tegangan 1,5 Volt, maka 3 buah baterai yang dirangkai secara seri, tegangan sumbernya menjadi 4,5 Volt. Bila ketiga baterai dirangkai sejajar (paralel), tegangan sumbernya tetap 1,5 Volt tapi waktu pemakaiannya tiga kali lebih lama.

Secara matematis ditulis sebagai berikut:

$$E_{\text{tot}} = n.E \text{ ( untuk rangkain seri)}$$

Dimana:  $n$  = jumlah baterai

$$E_{\text{tot}} = E \text{ ( untuk rangkain paralel)}$$

### Tugas Individu

Setelah kamu melakukan percobaan di atas, lakukan lagi dengan baterai yang disusun paralel. Ukur tegangan totalnya! Bandingkan tegangan total pada baterai yang dirangkai seri dengan baterai yang dirangkai paralel! Diskusikan hasilnya dengan temanmu!

### Contoh Soal

- 1) Untuk memindahkan muatan sebanyak 30 Coulomb dari titik A ke titik B diperlukan energi sebesar 900 Joule. Hitunglah besar beda potensial antara titik A dan titik B!

**Penyelesaian**

Diketahui:  $q = 30 \text{ C}$

$W = 900 \text{ J}$

Ditanya:  $V_{AB} = \dots?$

**Jawab:**

$$V_{AB} = \frac{W}{q}$$

$$= \frac{900 \text{ J}}{30 \text{ C}} = 30 \text{ Volt}$$

- 2) Muatan sebesar 3 C mengalir pada sebuah baterai dengan beda potensial 1,5 Volt. Hitunglah energi yang diperlukan untuk memindahkannya!

**Penyelesaian**

Diketahui:  $q = 30 \text{ C}$

$V = 900 \text{ J}$

Ditanya:  $W = \dots?$

**Jawab:**

$$V = \frac{W}{q}$$

$$\begin{aligned} W &= V \cdot q \\ &= 1,5 \text{ Volt} \cdot 3 \text{ C} = 4,5 \text{ Volt} \cdot \text{C} = 4,5 \text{ J} \end{aligned}$$

## Evaluasi

---

**Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan benar**

1. Teko listrik mengubah energi listrik menjadi kalor sebesar 10.000 J dan muatan yang mengalir 50 C. Hitunglah beda potensial teko listrik tersebut!
2. Muatan sebesar 100 Coulumb mengalir pada beda potensial 30 Volt. Berapa joule energi yang diperlukan untuk memindahkan muatan tersebut?
3. Apabila setiap baterai mempunyai tegangan 1,5 Volt, hitung tegangan 3 baterai yang dipasang secara seri!

## Paduan IPA

### Getah Tumbuhan Sebagai Penghantar Arus Listrik

Apakah yang terjadi, kalau kamu menyentuh kawat yang berarus listrik (tentunya listrik DC) dengan setangkai rumput? Jika rumput itu kering tidak terjadi apa-apa, namun bila rumput itu segar dan masih basah akan terasa gelitikan pada jari. Makin pendek rumput makin kuat terasa. Mengapa demikian, selidikilah!

Pada saat petir menyambar pohon, energi listrik yang dihantarkan getah pohon ke bumi, besarnya beberapa juta kali energi yang dialirkan rumput. Karena kelebihan elektron yang sangat banyak hingga terjadi panas sedemikian tinggi, sehingga getah itu dalam sekejap mata menguap dan akibat tekanannya, lapisan-lapisan luar batang pohon langsung meledak. Selidikilah mengapa getah pohon mampu menghantarkan listrik?

#### 4. Hubungan Antara Kuat Arus dan Tegangan Listrik

Hubungan antara kuat arus dengan tegangan listrik merupakan karakteristik penting yang berkaitan dengan berbagai peralatan listrik. Bagaimanakah bentuk hubungan arus listrik dengan tegangan atau beda potensial?

Orang yang pertama kali menyatakan hubungan kuat arus dengan beda potensial adalah **George Simon Ohm**. Pernyataannya dikenal dengan hukum Ohm yang berbunyi: “Hasil bagi beda potensial dengan kuat arus adalah tetap”.

Untuk lebih memahami bagaimana hubungan tegangan dengan kuat arus, coba kamu lakukan percobaan berikut ini.

### Kegiatan Laboratorium

#### Tujuan:

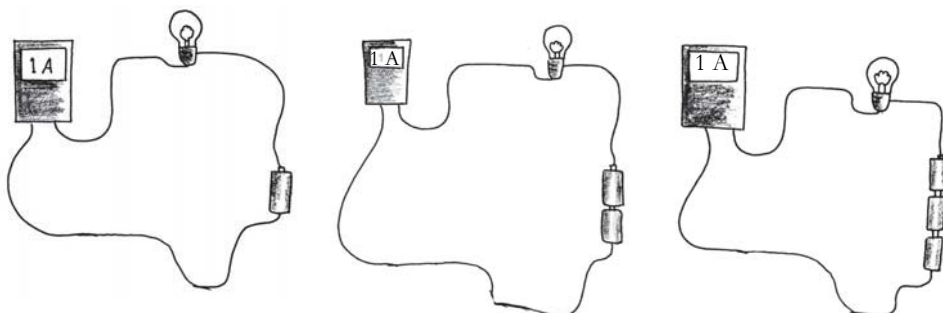
Menyelidiki hubungan antara tegangan dengan kuat arus.

#### Alat dan Bahan:

1. Baterai 1,5 V 3 buah
2. Amperemeter dc (0-1 A)
3. Kawat nikhrom
4. Lampu pijar 3 buah.

## Langkah Kerja

1. Susunlah rangkaian seperti gambar a, kemudian baca dan catat angka yang ditunjukkan oleh amperemeter pada tabel hasil pengamatan!



2. Ulangi langkah 1 dengan 2 buah baterai seperti pada gambar b, kemudian dengan 3 buah baterai seperti pada gambar c. kemudian baca dan catat angka yang ditunjukkan oleh amperemeter pada tabel hasil pengamatan!
- Tabel Hasil Pengamatan

Beda potensial	Kuat arus
1 baterai ...	
2 baterai ...	
3 baterai ...	

3. Buatlah kesimpulanmu!

Hubungan antara kuat arus ( $I$ ) dan tegangan ( $V$ ) merupakan hubungan yang linear, artinya makin besar tegangan makin besar pula kuat arus, makin kecil tegangan makin kecil pula kuat arus. Hubungan tegangan dengan kuat arus dapat ditulis sebagai berikut:

$$V \sim I \text{ (V sebanding I)}$$

Secara umum dapat ditulis:

$$V = I \cdot R$$

C adalah konstanta pembanding yang nilainya selalu tetap untuk berbagai V dan I. Konstanta inilah yang disebut hambatan sehingga perumusannya menjadi sebagai berikut:

$$V = I \times R$$

Jadi, hambatan listrik adalah hasil bagi tegangan (beda potensial antara ujung-ujung penghantar) dengan kuat arus yang melalui penghantar tersebut. Jika ditulis dalam bentuk persamaan adalah sebagai berikut:

$$R = \frac{V}{I}$$

Dimana:

R = hambatan, satuannya Ohm

V = tegangan, satuannya Volt

I = kuat arus, satuannya ampere

R adalah faktor pembanding yang nilainya tetap, inilah yang disebut hambatan atau resistansi.

### ***Penerapan Hukum Ohm dalam Kehidupan Sehari-hari***

Alat listrik (misalnya lampu pijar, seterika listrik) memiliki bagian yang mengalirkan arus listrik yang disebut elemen pemanas. Pada bola lampu pijar, elemen pemanasnya adalah filamen listrik yang terbuat dari tungsten. Filamen listrik ini memiliki hambatan konstan R. Jika bola lampu pijar diberi tegangan V, sesuai dengan hukum ohm, kuat arus listrik yang mengalir melalui filamen adalah  $I = V/R$ .

Tegangan yang diberikan pada suatu alat listrik harus disesuaikan dengan tegangan yang seharusnya diperuntukkan bagi alat itu. Sebagai contoh, jika lampu pijar diberi tegangan yang melebihi tegangan yang seharusnya, elemen pemanas pada lampu pijar akan dilalui oleh arus lebih (arus yang melebihi arus yang seharusnya), akan mengakibatkan elemen pemanas rusak.

Jika tegangan yang diberikan pada alat listrik lebih kecil daripada tegangan yang seharusnya, maka arus yang mengalir menjadi kurang. Kondisi ini dapat terjadi pada penggunaan kompor listrik dengan tegangan lebih rendah, maka arus yang mengalir juga kurang. Dengan aliran arus yang kurang ini proses pemanasan elemennya menjadi lambat. Contoh lain yang sering dijumpai adalah redupnya lampu pijar ketika mengalami penurunan tegangan. Pernahkah kamu menemui kejadian ini?

### Contoh Soal

1. Sebuah radio transistor memerlukan tegangan listrik 12 Volt untuk menghidupkannya, bila hambatan pada radio tersebut 120 Ohm, berapa ampere kuat arus yang mengalir pada radio tersebut?

#### Penyelesaian

Diketahui:

$$V = 12 \text{ Volt}$$

$$R = 120 \text{ Ohm}$$

Ditanya:

$$I = \dots?$$

Jawab:

$$V = I \cdot R$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12 \text{ Volt}}{120 \text{ ohm}} = 0,1 \text{ Ampere}$$

2. Sebuah penghantar dipasang pada tegangan 36 Volt. Arus yang mengalir melalui penghantar tersebut sebesar 6 Ampere. Hitung besar hambatan dari penghantar tersebut!

#### Penyelesaian

Diketahui:

$$V = 36 \text{ Volt}$$

$$I = 6 \text{ Ampere}$$

Ditanya:

$$R = \dots?$$

Jawab:

$$V = I \cdot R$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{36 \text{ Volt}}{6 \text{ ohm}} = 6 \text{ Ohm}$$

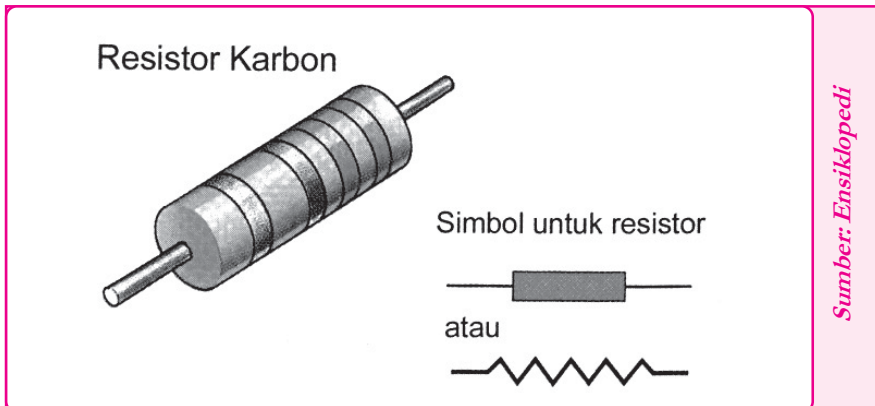
### Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan benar

1. Arus listrik 5 Ampere mengalir melalui sebuah resistor 30 Ohm. Berapa Volt tegangan yang dibaca oleh Voltmeter yang dihubungkan pada ujung-ujung resistor?
2. Sebuah lampu listrik yang dihubungkan dengan tegangan 6 Volt, menghasilkan kuat arus sebesar 0,5 A. Berapa Ohm hambatan lampu tersebut?
3. Berapa Ampere kuat arus listrik yang mengalir melalui seutas kawat yang memiliki hambatan 4 Ohm jika ujung-ujungnya diberi tegangan 200 Volt?

### 5. Hambatan Listrik (Resistor)

Komponen listrik yang khusus dibuat untuk menghasilkan hambatan listrik pada suatu rangkaian disebut penghambat atau resistor. Jika penghambat dihubungkan pada suatu rangkaian listrik, penghambat mengurangi kuat arus listrik yang mengalir melalui rangkaian listrik tersebut. Dalam rangkaian-rangkaian yang rumit seperti dalam radio dan televisi, penghambat digunakan untuk menjaga kuat arus dan beda potensial pada nilai yang tertentu besarnya agar komponen-komponen listrik lainnya dalam rangkaian dapat berfungsi secara baik.

Sebuah penghambat sederhana biasanya dibuat dari kawat nikhrom yang tipis. Beberapa penghambat yang dijual di pasaran ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

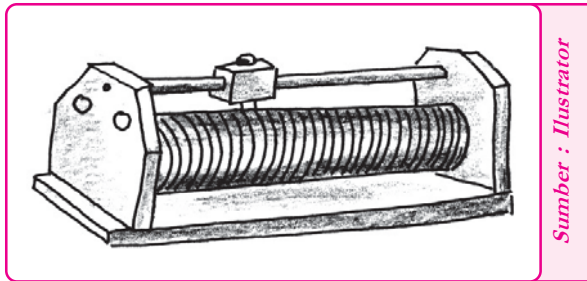


Gambar: 6.9 Resistor



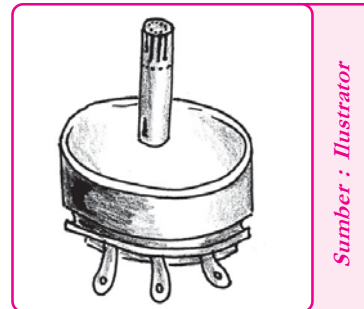
Pada gambar itu tampak penghambat variabel tipe berputar yang digunakan sebagai pengatur volume suara radio. Penghambat variabel yaitu suatu penghambat yang nilai hambatan listriknya dapat diubah-ubah.

Tipe lain dari penghambat variabel ditunjukkan pada gambar berikut.



Sumber : Ilustrator

Gambar: 6.10 a. Rheostat



Sumber : Ilustrator

b. Potensiometer

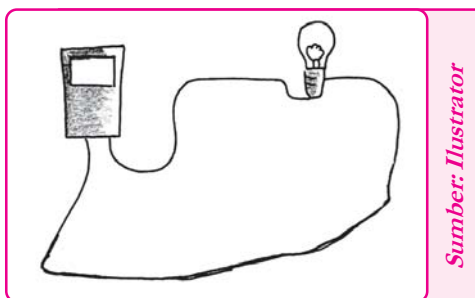
Penghambat variabel ini dikenal sebagai rheostat, dan digunakan untuk mengubah kuat arus listrik yang mengalir melalui rangkaian listrik. Dengan menggeser posisi kontak luncur, panjang kumparan kawat yang dihubungkan pada rangkaian listrik berubah, dan ini mengubah nilai hambatan listrik kumparan kawat. Akibatnya, kuat arus listrik yang mengalir dari kutub ke kutub berubah.

Pada gambar b ditunjukkan penghambat variabel yang memiliki tiga kutub yang memungkinkan untuk digunakan sebagai *pembagi tegangan* atau *potensiometer*. Potensiometer yang dihubungkan dengan baterai dapat memberikan nilai tegangan listrik mulai dari nol samai dengan tegangan baterai.

#### a. Mengukur Hambatan Listrik

Untuk mengukur hambatan listrik dapat digunakan beberapa cara diantaranya:

##### 1) Dengan Ohmmeter



Sumber: Ilustrator

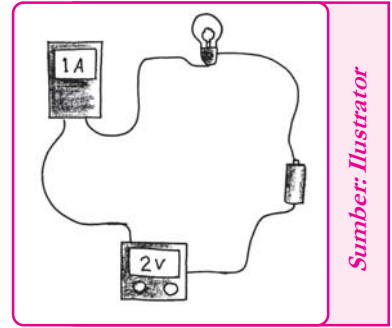
Gambar: 6.11 Rangkaian dalam mengukur hambatan

Dengan Ohmmeter besarnya hambatan dapat langsung dibaca pada skala. Salah satu ciri Ohmmeter adalah adanya tanda pada skala alat itu. Biasanya Ohmmeter dipasang bersama-sama dengan Voltmeter dan Amperemeter dalam suatu perangkat alat yang disebut *multimeter* atau *AVO meter* (Amperemeter, Voltmeter, dan Ohmmeter). Perhatikanlah gambar rangkaian di bawah ini!

## 2) Dengan Metode Voltmeter-Amperemeter

Cara ini menggunakan rangkaian seperti gambar di samping

Tegangan listrik dapat dibaca pada Voltmeter, dan kuat arus dibaca pada Amperemeter. Besarnya hambatan ( $R$ ) dapat dihitung dengan menggunakan rumus:



Gambar: 6.12 Mengukur hambatan listrik

### b. Hambatan Kawat Penghantar

Pada rangkaian listrik, selalu terlihat kabel tembaga yang dipakai sebagai penghantar, bukan bahan baja atau bahan lainnya. Mengapa demikian?

Mengapa kabel setrika listrik atau kabel pompa air listrik di dalamnya terdiri atas kawat halus yang digabung menjadi satu? Mengapa kontak luncur pada reostat bila digeser dapat menyebabkan kuat arus berubah? Apakah jenis bahan, panjang penghantar dan besar kawat penghantar mempengaruhi nilai hambatan? Untuk menjawab semua pertanyaan tersebut, lakukanlah percobaan berikut.

## Kegiatan Laboratorium

### Tujuan:

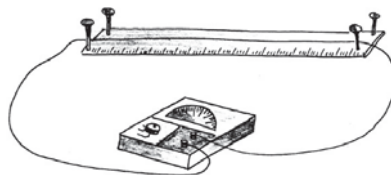
Menyelidiki faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya hambatan listrik.

### Alat dan Bahan

1. Kawat tembaga 2 x 300 cm diameternya 0,35 mm
2. Kawat nikelin 2 x 300 cm diameternya 0,35
3. Avometer pada skala ohm
4. Penggaris kayu 1 m
5. Paku kecil atau paku payung

### Langkah Kerja

- 1) Rangkailah alat seperti gambar berikut ini!



- 2) Ukur hambatan kawat sepanjang  $AB = 100$  cm,  $A-B-C = 200$  cm, dan  $A-B-C-D = 300$  cm lalu masukkan hasil pengukuranmu pada tabel yang telah disediakan!
- 3) Lepaskan kawat tadi kemudian lilitkan pada kawat lainnya sehingga menjadi sepotong kawat tembaga yang diameternya dua kali dari semula!
- 4) Lakukan seperti langkah 2, masukkan hasilnya ke dalam tabel yang telah disediakan!

Ulangi percobaanmu dengan mengganti kawat tembaga dengan menggunakan kawat nikelin, kemudian masukkan hasil pengukuranmu pada tabel yang telah disediakan

Jenis bahan kawat	Panjang (cm)	Diameter (mm)	Nilai hambatan R
tembaga	100	Kecil	
	200		
	300		
	100	Besar	
	200		
	300		
Nikelin	100	Kecil	
	200		
	300		
	100	Besar	
	200		
	300		

- 5) Buatlah kesimpulan dari hasil percobaan ini!

Apabila kawat tembaga yang panjangnya 100 cm dan diameternya 1 mm<sup>2</sup> memiliki hambatan 0,017 ohm maka 200 cm kawat tembaga yang diameternya sama memiliki hambatan 0,054 cm. Makin panjang kawat penghantarnya makin besar hambatannya.

Kawat tembaga yang panjangnya sama tapi diameter lebih kecil nilai hambatannya berbeda pula. Kawat tembaga yang diameternya lebih kecil memiliki nilai hambatan yang lebih besar. Begitu juga jenis bahan, logam yang berbeda jenis nilai hambatannya berbeda pula.

Bandingkan nilai hambatan kawat konstant dan kawat nikelin yang panjang dan diameternya sama! Dari data hasil percobaan dapat ditunjukkan bahwa:

- Makin panjang kawat, makin besar hambatannya;
- Makin besar diameter kawat, makin kecil hambatannya;
- Kawat yang berbeda jenis, berbeda pula hambatannya.

Jadi, nilai hambatan suatu bahan dipengaruhi oleh panjang, diameter dan jenis bahannya. Secara matematis dapat ditulis:

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

Dimana:

$R$  = hambatan (resistensi), satuannya ohm (W)

$\rho$  = hambatan jenis, satuannya ohm.m

$A$  = luas penampang kawat, satuannya  $m^2$

$l$  = panjang kawat, satuannya meter (m)

Rumus di atas dapat diubah menjadi:

$$R = \frac{\rho A}{l}$$

Bila diketahui luas penampang kawat konstantan sebesar  $1 \text{ mm}^2$ , maka  $1 \text{ m}$  kawat konstantan mempunyai hambatan sekitar  $5 \text{ ohm}$ , berarti nilai hambatan jenis kawat konstantan sebesar:

$$\rho = \frac{5 \text{ ohm} \times 1 \text{ mm}^2}{1 \text{ m}}$$

$$= 5 \text{ ohm mm}^2/\text{m}$$

Jadi, satuan hambatan jenis atau resistivitas adalah  $\text{ohm.mm}^2/\text{m}$

Bila luas penampang kawat menggunakan satuan meter persegi( $m^2$ ), maka satuan hambatan jenis dapat juga dalam satuan: ohm.m (ohm meter)

$1 \text{ ohm.m} = 1 \text{ ohm m}^2/\text{m}$ , bila satuan  $m^2$ , diubah ke dalam  $\text{mm}^2$ ,

maka di dapat:

$$1 \text{ ohm.m}^2/\text{m} = 1 \text{ ohm} \times 10^6 (\text{mm}^2/\text{m}) = 10^6 \text{ ohm mm}^2/\text{m} \text{ dan}$$

$$1 \text{ ohm.mm}^2/\text{m} = 1 \text{ ohm} \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{m} = 10^{-6} \text{ ohm}$$

Jadi, hambatan jenis atau resistivitas bahan adalah nilai hambatan bahan tersebut setiap meter bila luas penampang 1 mm<sup>2</sup>. nilai resistivitas berbagai jenis zat dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel:**

Zat	Hambatan jenis (Ohm.m)	Zat	Hambatan jenis (Ohm.m)
Air biasa	$10^2$	Karet	$10^8 - 10^{13}$
Air suling	$10^3 - 10^5$	Mangan	$4,3 \times 10^{-7}$
Alkohol	$5 \times 10^4$	Mika	$10^{13}$
Alumunium	$2,9 \times 10^{-8}$	Minyak tanah	$10^{14}$
Asam sulfat	$2,5 \times 10^2$	Parafin	$10^{14}$
Bakelit	$10^5 - 10^{10}$	Perak	$1,6 \times 10^{-8}$
Besi $8,6 \times 10^{-6}$	Porselen	$10^{12} - 10^{14}$	
Ebonit	$10^{13} - 10^{16}$	Tembaga	$1,7 \times 10^{-7}$
Emas	$2,3 - 10^{-8}$	Timbal	$2,1 \times 10^{-7}$
Kaca	$10^{11} - 10^{14}$	Wolfram	$5,6 \times 10^{-8}$
Karbon	$6 \times 10^{-7}$	Konstantan	$5 \times 10^{-7}$
Raksa	$9,58 \times 10^{-7}$		

### Tugas Individu

Apakah arti hambatan jenis timbal  $2,1 \times 10^{-7}$  ohm.m? Jelaskan!

### Contoh Soal

Sebuah kawat penghantar yang terbuat dari wolfram panjangnya 50 m, luas penampangnya  $5 \cdot 10^{-5}$  m<sup>2</sup>. Bila hambatan jenis wolfram  $5,6 \cdot 10^{-8}$  ohm.m maka hitunglah besar hambatan kawat penghantar tersebut!

### Penyelesaian

Diketahui:

$$l = 50 \text{ m}$$

$$A = 5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$r = 5,6 \cdot 10^{-8} \text{ ohm.m}$$

Ditanya:

$$R = \dots?$$

Jawab:

$$\begin{aligned} R &= \rho \frac{l}{A} \\ &= 5,6 \cdot 10^{-8} \text{ Ohm.m} \cdot \frac{50\text{m}}{5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2} \\ &= 5,6 \cdot 10^{-2} \text{ Ohm} \end{aligned}$$

## Evaluasi

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan benar

1. Kawat yang hambat jenisnya  $10^{-6}$  ohm.m dan luas penampangnya  $25 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2$  digunakan untuk elemen listrik yang harus memiliki hambatan listrik 57,6 ohm. Hitunglah panjang kawat yang diperlukan!
2. Sepotong kawat tembaga mula-mula memiliki hambatan R kemudian kawat tersebut dipotong menjadi enam bagian sama panjang. Berapa hambatan masing-masing potongan tersebut?

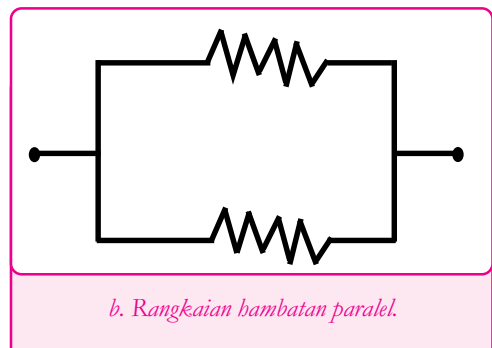
### c. Hambatan Seri dan Paralel

Hambatan dalam rangkaian listrik dapat disusun secara berurutan (seri) atau berjajar (paralel). Pada rangkaian seri, hambatan-hambatan disusun dalam rangkaian tak bercabang, sedangkan pada rangkaian paralel, hambatan disusun dalam rangkaian bercabang.

Perbedaan rangkaian hambatan seri dan hambatan paralel dapat kamu lihat pada gambar dibawah ini.



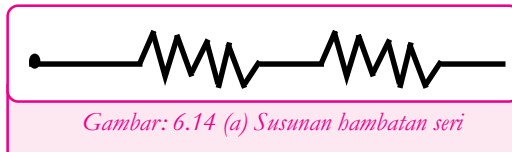
Gambar: 6.13 a. Rangkaian hambatan seri



b. Rangkaian hambatan paralel.

### **Hambatan Seri**

Dua atau lebih hambatan yang disusun secara seri dapat diganti dengan sebuah hambatan. Ambillah dua buah hambatan, kemudian ukur besar hambatan masing-masing dengan menggunakan ohmmeter. Misalnya hasil pengukuran tersebut masing-masing 50 ohm. Apabila kedua hambatan disusun secara seri dan diukur kembali kedua ujungnya dengan ohmmeter, maka hasilnya sama dengan 100 ohm. Perhatikan gambar di bawah.



*Gambar: 6.14 (a) Susunan hambatan seri*



*(b) Hambatan pengganti*

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa beberapa hambatan yang disusun secara seri dapat diganti oleh sebuah hambatan dengan cara menjumlahkan hambatan-hambatan tersebut, secara matematis ditulis.

$$R_s = R_1 + R_2 + \dots$$

Dimana:

$R_s$  = hambatan pengganti seri

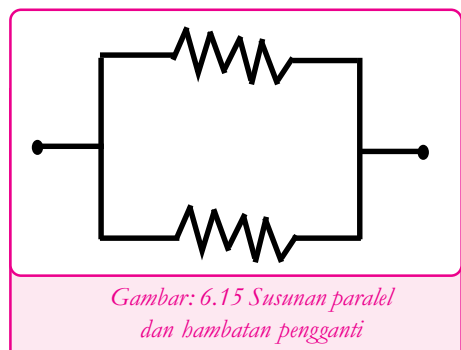
$R_1$  = hambatan ke-1

$R_2$  = hambatan ke-2

Besar kuat arus semua titik pada kawat sama pada rangkaian yang tersusun secara seri.

### **Hambatan Paralel**

Dua atau lebih hambatan yang disusun secara paralel dapat diganti oleh sebuah penghambat, perhatikanlah gambar di samping ini!



*Gambar: 6.15 Susunan paralel dan hambatan pengganti*

Susunlah kedua penghambat itu secara paralel. Kemudian ukurlah kedua ujungnya dengan menggunakan ohmmeter. Beda potensial AB melalui kawat 1 dan 2 sama besarnya, maka:

$$\text{Untuk kawat 1 berlaku, } V_{AB} = I_1 R_1 \rightarrow I_1 = \frac{V_{AB}}{R_1}$$

$$\text{Untuk kawat 2 berlaku, } V_{AB} = I_2 R_2 \rightarrow I_2 = \frac{V_{AB}}{R_2}$$

$$\text{Untuk hambatan berlaku, } V_{AB} = I_{R1} \rightarrow I = \frac{V_{AB}}{R_1}$$

$$\text{Menurut hukum Kirchoff: } I = I_1 \rightarrow I_2 \text{ atau } \frac{V_{AB}}{R_1} = \frac{V_{AB}}{R_1} + \frac{V_{AB}}{R_2}$$

$$\text{Selanjutnya: } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Dimana:

$R_p$  = Hambatan pengganti paralel, satuannya ohm (W).

Hambatan pengganti paralel selalu lebih kecil dari hambatan semula masing-masing kawat. Untuk memantapkan pemahaman tentang rangkaian hambatan seri dan hambatan paralel, kamu lakukan percobaan berikut ini!

### Kegiatan Laboratorium

#### Tujuan:

Menyelidiki perbedaan rangkaian hambatan seri dan rangkaian hambatan paralel

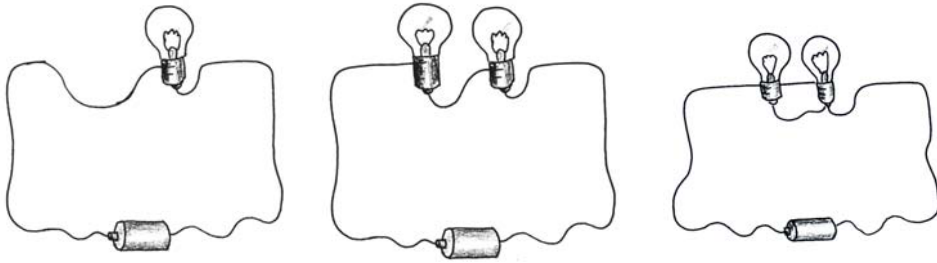
#### Alat dan Bahan:

1. Lampu pijar 1,5 V 2 buah,
2. Baterai 1,5 V,
3. Papan rangkaian dan kabel penghubung.

#### Langkah Kerja

1. Susunlah rangkaian yang terdiri atas sebuah lampu pijar 1,5 V dan sebuah baterai 1,5 V, seperti pada gambar a. Amati terang lampu pada intensitas normal ini!





2. Letakkan dua buah lampu pijar 1,5 V sederet dan hubungkan sebuah baterai pada ujung-ujungnya, seperti ditunjukkan pada Gambar b di atas. Bagaimana terang lampu dibandingkan dengan terang lampu pada intensitas normalnya?
3. Bongkarlah hubungan (rangkaiannya) pada langkah 2 dan hubungkan kembali dua buah lampu pijar 1,5 V seperti pada gambar c. Apa yang terjadi dengan terang lampu dibandingkan dengan terang lampu pada intensitas normalnya?
4. Apakah perbedaan-perbedaan yang kamu dapatkan dari kedua susunan ini? Buatlah kesimpulanmu!

### Contoh Soal

1. Empat buah hambatan masing-masing besarnya  $R_1 = 5 \text{ Ohm}$ ,  $R_2 = 10 \text{ Ohm}$ ,  $R_3 = 15 \text{ Ohm}$  dan  $R_4 = 20 \text{ Ohm}$  dirangkai secara seri. Berapa Ohm hambatan penggantinya?

#### Penyelesaiannya

Diketahui:  $R_1 = 5 \text{ Ohm}$

$R_2 = 10 \text{ Ohm}$

$R_3 = 15 \text{ Ohm}$

$R_4 = 20 \text{ Ohm}$

Ditanya:  $R_s = \dots?$

Jawab:

$$\begin{aligned}
 R_s &= R_1 + R_2 + R_3 + R_4 \\
 &= 5 \text{ Ohm} + 10 \text{ Ohm} + 15 \text{ Ohm} + 20 \text{ Ohm} \\
 &= 50 \text{ Ohm}
 \end{aligned}$$

2. Tiga buah hambatan masing-masing besarnya  $R_1 = 2 \text{ Ohm}$ ,  $R_2 = 4 \text{ Ohm}$  dan  $R_3 = 8 \text{ Ohm}$  dirangkai secara paralel, berapa ohm hambatan penggantinya?

**Penyelesaian**

Diketahui:

$$R_1 = 2 \text{ Ohm}$$

$$R_2 = 4 \text{ Ohm}$$

$$R_3 = 8 \text{ Ohm}$$

Ditanya:

$$R_p = \dots?$$

Jawab:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{4}{8} + \frac{2}{8} + \frac{1}{8}$$

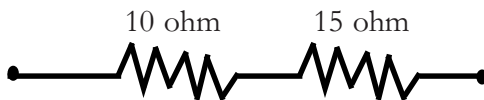
$$\frac{1}{R_p} = \frac{7}{8}$$

$$R_p = \frac{8}{7} = 1 \frac{1}{7} \text{ ohm}$$

## Evaluasi

**Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan benar**

1. Perhatikanlah gambar di bawah. Hitunglah hambatan penggantiannya!



2. Empat buah hambatan masing-masing besarnya 3 Ohm, 6 Ohm, dan 18 Ohm. Tentukanlah besar hambatan penggantinya bila disusun:
- Seri
  - Paralel

## B. Prinsip Kerja Elemen

### Tujuan Sub Kompetensi

Setelah mempelajari sub bab ini diharapkan Kamu mampu mendeskripsikan prinsip kerja elemen dan arus listrik yang ditimbulkannya serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Sumber tegangan listrik dapat digolongkan menjadi dua yaitu sebagai berikut:

1. Sumber tegangan listrik yang menghasilkan arus bolak-balik (AC), misalnya: dinamo dan generator. Hal ini akan dibahas pada konsep induksi elektromagnetik.
2. Sumber tegangan listrik yang menghasilkan arus searah (DC), misalnya elemen Volta, akumulator, dan elemen kering (baterai).

Ciri-ciri sumber tegangan ini adalah:

- a. menghasilkan arus searah.
- b. Mempunyai dua kutub, yaitu elektrode positif (anode), dan elektrode negatif (katode).
- c. Di dalamnya terdapat zat kimia, baik berupa larutan ataupun pasta. Proses perubahan energinya adalah energi kimia menjadi energi listrik (elektrokimia).

### 1. Elemen Volta

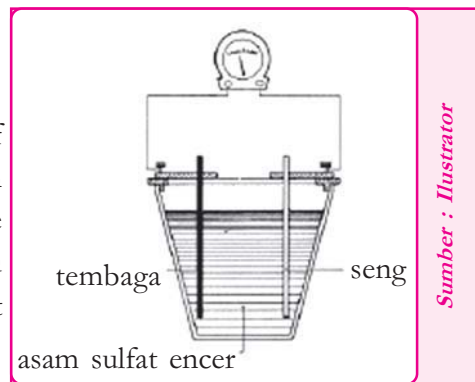
Elemen volta ditemukan oleh Alessandro Volta (1745-1827). Setiap elemen mempunyai bagian-bagian sebagai berikut:

- a. Anoda adalah kutub yang mempunyai potensial yang lebih tinggi dan diberi tanda + (positif).
- b. Katoda adalah kutub yang mempunyai potensial yang lebih rendah dan diberi tanda - (negatif).
- c. Elektrolit adalah larutan yang dapat menghantar arus listrik.

Bagian-bagian elemen volta, perhatikanlah gambar berikut

- o Anoda dipakai lempeng tembaga (Cu)
- o Katoda dipakai lempeng seng (Zn)
- o Elektrolit dipakai asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )

Apabila antara kutub positif dan negatif dihubungkan dengan kawat penghantar, akan terjadi aliran elektron dari lempeng seng ke lempeng tembaga, dan jika lampu dihubungkan dengan kedua kutub tersebut lampu akan menyala.



Sumber : Ilustrator

Gambar: 6.16 Elemen volta

### Kelemahan elemen volta

- Arus yang mengalir hanya sebentar sebab terjadi peristiwa polarisasi. Polarisasi yaitu peristiwa timbulnya gelembung-gelembung gas hidrogen yang menempel pada anoda (tembaga) yang menghalangi aliran arus listrik, sehingga arus berhenti mengalir.
- Beda potensial antara kedua kutub-kutubnya kecil, hanya sebesar 1 Volt saja.

## 2. Baterai (Elemen Kering)

Susunan dasar elemen kering terdiri atas batang karbon sebagai elektroda positif (kutub positif atau anoda), pembungkus batang karbon yang terbuat dari seng sebagai elektroda negatif (kutub negatif atau katoda), larutan amonium klorida sebagai larutan elektrolit (larutan yang menghantarkan arus listrik), dan mangan dioksida bercampur serbuk karbon sebagai depolarisator, yaitu pelindung larutan elektrolit, perhatikanlah gambar di samping.



Sumber: Ensiklopedi

Gambar: 6.17 Elemen kering

Dua hal penting yang perlu kamu ketahui tentang elemen kering yaitu:

- elemen ini disebut elemen primer karena elemen ini tidak dapat dimuati (diisi atau disetrum) kembali jika muatannya habis, dan
- beda potensial elemen 1,5 V.

Elemen kering pertama kali dibuat oleh Leclanche, dan elemen kering yang dibuatnya disebut elemen Leclanche. Setelah itu, barulah dibuat elemen kering jenis baru yang waktu hidupnya lebih lama. Kini baterai sebagai sumber tegangan sudah dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, misalnya pada lampu senter transistor, jam dinding, dan kalkulator.

Beberapa jenis baterai yang dijual di pasaran, antara lain sebagai berikut:

#### 1) Sel Alkaline

Merupakan perkembangan utama dari baterai kering dan memiliki kapasitas yang lebih besar.



*Gambar: 6.18 Contoh elemen kering yang dijual dipasaran*

- 2) Sel raksa  
Sel ini memiliki anode raksa oksida dan katode campuran seng raksa. Waktu hidupnya cukup lama dan memberikan tegangan yang konstan pada beban yang berbeda.
- 3) Sel kancing lithium  
Anodenya terbuat dari mangan dioksida dan katode dari lithium. Kapasitasnya cukup besar dan waktu hidupnya lama. Banyak digunakan dalam jam, kalkulator, dan permainan game watch.

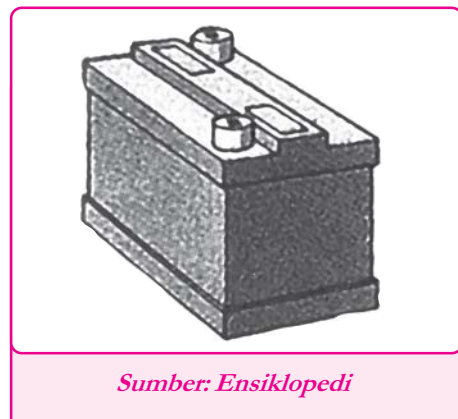
Contoh jenis baterai dapat dilihat pada gambar seperti di atas.

Elemen Volta dan elemen kering disebut elemen primer karena bila energi kimia sudah habis seluruhnya diubah menjadi energi listrik, tidak dapat dikembalikan lagi untuk menghasilkan energi kimia. Jadi, elemen-elemen di atas hanya sekali pakai. Lain halnya dengan sumber tegangan yang akan dibahas, yaitu akumulator.

### 3. Akumulator

Akumulator harus diberi muatan listrik terlebih dahulu sebelum digunakan, yaitu dengan cara melewati arus listrik melalui akumulator. Akumulator dapat dimuati kembali berulang kali sehingga akumulator tergolong elemen sekunder.

Jenis akumulator yang umum digunakan adalah akumulator timbal, perhatikanlah gambar di bawah ini!



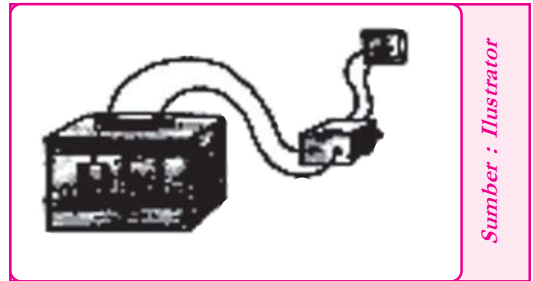
*Gambar: 6.19 Akumulator*

Akumulator ini terdiri atas dua kumpulan pelat yang dicelupkan ke dalam larutan asam sulfat yang encer. Kedua kumpulan pelat dibuat dari timbal, sedangkan lapisan timbal oksida akan dibentuk pada pelat positif ketika elemen

pertama kali dimuati. Letak pelat positif dan negatif sangat berdekatan, tetapi dicegah untuk tidak saling menyentuh oleh pemisah yang terbuat dari bahan penyekat (isolator).

Ketika akumulator dipakai, kumpulan timbal melepaskan elektron-elektron sehingga pelat positif (timbal dioksida) dan pelat negatif (timbal) keduanya perlahan-lahan berubah menjadi timbal sulfat lama-kelamaan massa jenisnya berkurang dan pada massa jenis tertentu akumulator tidak berfungsi lagi.

Agar akumulator dapat berfungsi kembali, akumulator harus diisi kembali. Untuk itu, kutub (+) akumulator dihubungkan ke kutub (+) baterai pengisi (sumber DC) dan kutub (-) akumulator dihubungkan ke kutub (-) baterai pengisi, seperti pada gambar berikut.



Sumber : Ilustrator

Gambar: 6.20 Pengisian akumulator

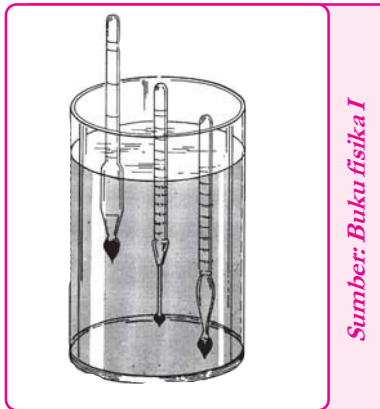
Hubungan seperti ini menyebabkan arus elektron baterai pengisi berlawanan dengan arus elektron akumulator sehingga elektron-elektron akumulator ditekan kembali melalui elemen. Peristiwa ini membalikkan reaksi kimia sehingga pada pelat-pelat kembali terbentuk timbal dan timbal dioksida. Dengan kata lain, selama proses pengisian, pelat positif berubah dari timbal sulfat menjadi timbal dioksida, dan pelat negatif berubah dari timbal sulfat menjadi timbal.

Beda potensial yang dihasilkan sebuah akumulator adalah 2 V. sebuah baterai mobil (sering disebut *aki*) terdiri atas enam buah akumulator yang disusun seri, sehingga beda potensial total adalah  $6 \times 2V = 12V$ . Aki mencatu arus untuk menjalankan motor dan komponen-komponen listrik lain sebuah mobil. Aki diisi kembali oleh sebuah dinamo yang dijalankan oleh mesin mobil.

Empat hal penting yang perlu diperhatikan selama proses pengisian kembali sebuah aki.

1. Baterai pengisi (sumber DC) yang digunakan harus memiliki beda potensial yang lebih besar daripada beda potensial aki (12V).
2. Lebih efektif untuk mengisi dengan arus kecil dalam selang waktu yang lama daripada dengan arus besar dalam selang waktu yang singkat. Rheostat digunakan untuk mengatur nilai arus ini.

3. Selama proses pengisian, konsentrasi asam sulfat bertambah dan tinggi permukaan cairan turun. Pada ketinggian tertentu, cairan harus ditambah dengan air suling.
4. Kapasitas aki diukur dalam satuan ampere-jam (ampere-hour disingkat AH). Kapasitas aki 40 AH berarti dapat bekerja selama 40 jam pada arus 1 A atau selama 20 jam pada arus 2A, dan seterusnya, sebelum aki habis perlu diisi kembali.



Sumber: Buku fisika I

Gambar: 6.21 Hydrometer

Massa jenis larutan asam berkurang begitu akumulator melepaskan muatannya, sehingga muatan aki mobil diperiksa dengan cara memeriksa massa jenis larutan asam sulfat encer. Massa jenis relatif asam sulfat untuk muatan aki penuh kira-kira 1,25 dan mendekati 1 untuk muatan aki kosong. Alat yang digunakan untuk memeriksa muatan aki mobil adalah hydrometer, seperti gambar berikut.

Pemeriksaan ini perlu dilakukan sebab begitu muatan aki kosong sama sekali (muatannya habis), aki tidak dapat diisi kembali. Ini berarti aki tidak dapat digunakan lagi dan harus diganti dengan aki baru.

Pada pengisian terjadi perubahan energi listrik menjadi energi kimia, sedangkan sewaktu aki bekerja (*dipakai*) terjadi hal sebaliknya, yaitu perubahan energi kimia menjadi energi listrik.

## Rangkuman

1. Besar atau kecilnya muatan listrik yang mengalir pada suatu penghantar tiap sekon disebut kuat arus listrik. Secara matematis dapat ditulis:

$$I = \frac{q}{t}$$

2. Hukum Kirchoff berbunyi: Dalam rangkaian bercabang, kuat arus yang masuk pada titik percabangan sama besar dengan kuat arus yang keluar dari titik percabangan. Secara matematis ditulis:

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

3. Beda potensial adalah banyaknya energi panas yang berfungsi untuk mengalirkan setiap Coulomb muatan dari satu titik ke titik yang lain. Secara matematis besarnya beda potensial dapat ditulis:

$$V = \frac{W}{q}$$

4. Hukum Ohm berbunyi: “Hasil bagi beda potensial dengan kuat arus adalah tetap”. Secara matematis ditulis:

$$R = \frac{V}{I}$$

5. Nilai hambatan suatu bahan dipengaruhi oleh panjang, diameter dan jenis bahannya. Secara matematis dapat ditulis:

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

6. Beberapa hambatan yang disusun secara seri dapat diganti oleh sebuah hambatan dengan cara menjumlahkan hambatan-hambatan tersebut, secara matematis ditulis.

$$R_s = R_1 + R_2 + \dots$$

7. Beberapa hambatan yang disusun secara paralel dapat diganti oleh sebuah hambatan, dengan rumus:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

8. Beberapa elemen yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari yaitu elemen volta, elemen kering, dan akumulator.



## Proyek

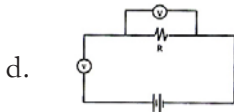
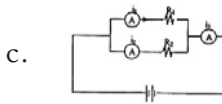
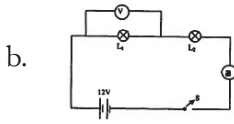
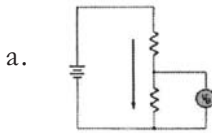
1. Hambatan suatu bahan dipengaruhi oleh 3 besaran yaitu hambatan jenisnya, panjangnya dan luas penampangnya. Dari pengertian tersebut rancanglah sebuah percobaan yang dapat menunjukkannya. Untuk keperluan tersebut kamu dapat menggunakan sepotong kawat yang panjang, pisau pemotong dan sebuah ohm meter. Jika itu kamu laksanakan, sebutkan besaran apa yang tidak dapat diselidiki?
2. Pada 3 buah lampu yang sama bentuk dan ukurannya jika dipasang secara seri, maka akan dilalui kuat arus yang sama besar, tetapi jika dipararel akan mempunyai beda potensial yang sama besar. Untuk keperluan itu kamu dapat merancang alat dengan menggunakan sebuah akumulator, 3 buah bola lampu yang tegangannya sesuai, 3 amperemeter, 3 voltmeter beberapa kabel serta penjepitnya. Jika tidak tersedia amperemeter dan voltmeter, bagaimana kamu akan menjelaskan benarnya teori tersebut?

## Uji Kompetensi

### A. Pilih salah satu jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda (x) pada huruf a, b, c, atau d!

1. Banyaknya muatan listrik yang mengalir tiap detik disebut ....
  - a. potensial listrik
  - b. kuat arus listrik
  - c. hambatan listrik
  - d. tegangan listrik
2. Dalam suatu penghantar mengalir muatan listrik sebesar 240 C selama 2 menit. Besar kuat arusnya adalah ....
  - a. 120 A
  - b. 40 A
  - c. 20 A
  - d. 2 A

3. Manakah rangkaian yang benar untuk mengukur kuat arus listrik ....



4. Untuk menghasilkan beda potensial dalam rangkaian listrik digunakan ....

- sumber arus
- amperemeter
- voltmeter
- ohmmeter

5. Jika pada skala alat pengukur tertera huruf V menunjukkan alat pengukur ....

- kuat arus listrik
- beda potensial listrik
- hambatan listrik
- energi listrik

6. Untuk memindahkan muatan listrik 10 C dari titik P ke titik Q dibutuhkan energi yang besarnya 350 J. Beda potensial antara titik P dan Q adalah ....

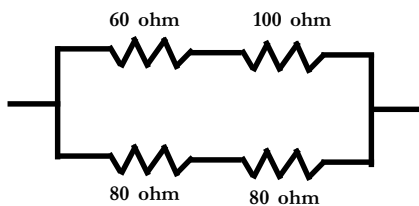
- 10 Volt
- 35 Volt
- 340 Volt
- 360 Volt

7. Tabel di bawah ini menunjukkan hubungan antara kuat arus ( $I$ ), hambatan ( $R$ ) dan tegangan ( $V$ ).

V (Volt)	R (ohm)	I (A)
2	2	1,00
2	4	0,50
2	8	0,25
2	10	0,20

Dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa kuat arus listrik....

- sebanding dengan hambatan
  - sebanding dengan tegangan
  - berbanding terbalik dengan hambatan
  - berbanding terbalik dengan tegangan
8. Di bawah ini adalah faktor yang mempengaruhi besarnya hambatan pada penghantar, *kecuali* ....
- panjang kawat
  - jenis kawat
  - luas penampang kawat
  - warna kawat
9. Perhatikanlah gambar di bawah ini!



Hambatan pengganti pada gambar di atas adalah ....

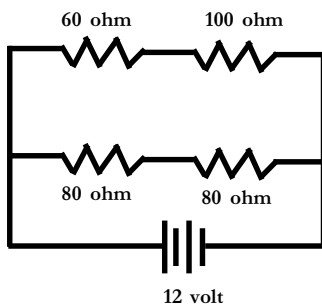
- 40 Ohm
- 80 Ohm
- 120 Ohm
- 150 Ohm

10. Beda potensial kedua ujung konduktor 24 Volt, bila kuat arus yang mengalir pada konduktor besarnya 2 A, maka besar hambatan konduktor tersebut adalah....
  - a. 12 Ohm
  - b. 24 Ohm
  - c. 26 Ohm
  - d. 48 Ohm
11. Dua buah hambatan masing-masing 2 Ohm dihubungkan secara paralel, kemudian dirangkakan seri dengan hambatan sebesar 4 ohm. Hambatan pengganti dari rangkaian tersebut adalah .....
  - a. 4 Ohm
  - b. 5 Ohm
  - c. 6 Ohm
  - d. 8 Ohm
12. Berikut ini yang tidak merupakan sumber arus searah adalah ....
  - a. akumulator
  - b. generator
  - c. elemen volta
  - d. baterai
13. Pada akumulator kutub positifnya terbuat dari .....
  - a. seng
  - b. timbal
  - c. tembaga
  - d. timbal peroksida
14. Anoda pada elemen kering terbuat dari ....
  - a. seng
  - b. karbon
  - c. timbal
  - d. tembaga
15. Perubahan yang terjadi pada aki adalah ....
  - a. bila dipakai terjadi perubahan dari energi kimia menjadi energi listrik
  - b. bila dipakai terjadi perubahan dari energi listrik menjadi energi kimia
  - c. bila diisi terjadi perubahan dari energi kimia menjadi energi listrik
  - d. bila diisi terjadi perubahan dari energi kimia menjadi energi panas

**B. Jawablah soal-soal berikut dengan teliti dan benar!**

1. Gambarkan skema pemasangan amperemeter dan voltmeter yang digunakan untuk mengukur kuat arus dan beda potensial pada rangkaian tertutup yang diberi beban sebuah lampu!

2. Dalam 5 sekon mengalir muatan listrik sebesar 60 C dari sumber tegangan dan menghasilkan energi sebesar 300 J.
  - a. Hitunglah kuat arus yang mengalir dari sumber tegangan tersebut!
  - b. Hitunglah beda potensial antara kutub-kutub sumber tegangan!
3. Apabila tegangan antara ujung-ujung sebuah rangkaian dijaga konstan dan hambatan listrik dijadikan dua kali lebih besar, bagaimana kuat arusnya? Buatlah analisis!
4. Sebuah lampu pijar dinyalakan pada tegangan 220 Volt. Bila hambatan pada lampu itu 440 ohm, berapa ampere kuat arus yang mengalir pada lampu pijar tersebut?
5. Kawat wolfram panjangnya 100m, luas penampangnya 2 mm, hambat jenis wolfram  $0,056 \text{ ohm} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ . Berapa ohm hambatan kawat wolfram tersebut?
6. Tiga buah resistor masing-masing dengan nilai hambatan 10 ohm, 15 ohm, dan 30 ohm. Tentukanlah nilai hambatan penggantinya bila ketiga resistor tersebut dirangkai secara:
  - a. seri
  - b. Paralel
7. Perhatikanlah gambar di bawah ini!



Hitunglah kuat arus pada rangkaian tersebut!

8. Mengapa tegangan listrik dirumah-rumah yang jauh letaknya dari gardu trafo mengalami penurunan?

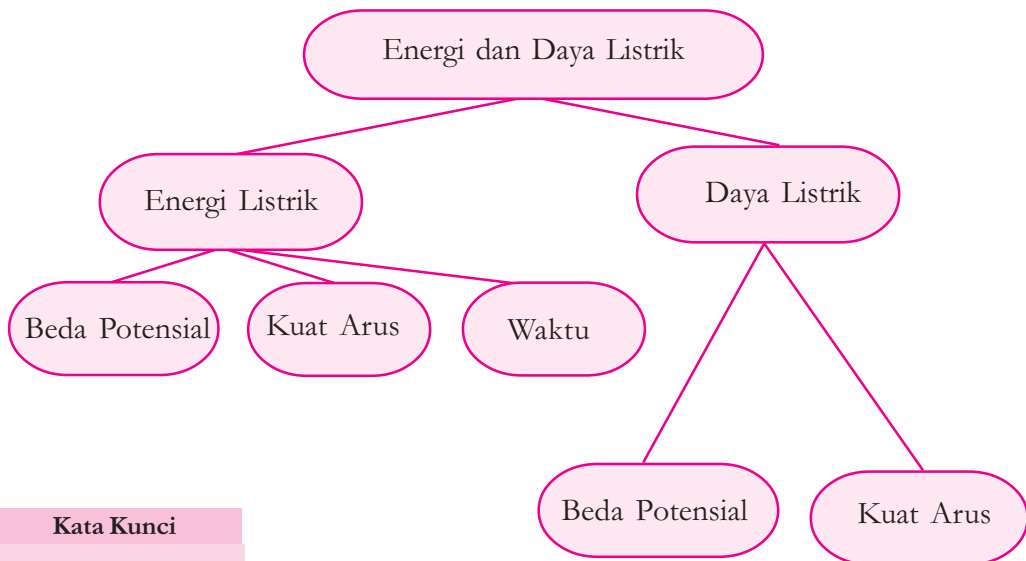
# Bab 7

## Energi dan Daya Listrik

### Tujuan Kompetensi

Setelah mempelajari bab ini diharapkan kamu mampu memahami konsep kelistrikan dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Untuk mengetahui garis besar bab ini, kamu perhatikan peta konsep di bawah ini!



### Kata Kunci

- Energi listrik
- daya listrik
- kalori
- elemen
- pijar
- neon

Tentu kamu tidak asing lagi dengan energi listrik, karena hampir setiap hari menggunakannya. Perhatikanlah, gambar di bawah ini! Pernahkah kamu menggunakan alat-alat tersebut?



Sumber: Ilustrator

*Gambar: 7.1 Beberapa peralatan yang memanfaatkan energi listrik*

Sebagian besar alat-alat yang ada di rumah kita dioperasikan dengan listrik, misalnya radio, televisi, setrika listrik, pompa air, lampu-lampu penerangan, kipas angin, kulkas, mesin cuci, mixer, blender, dan *hairdryer*. Alat-alat tersebut mengubah energi listrik menjadi bentuk energi lain. Lampu neon dan bohlam mengubah energi listrik menjadi energi cahaya dan kalor. Radio dan televisi mengubah energi listrik menjadi energi bunyi. Setrika listrik mengubah energi listrik menjadi kalor. Kipas angin, mesin cuci, pompa air, dan mixer mengubah energi listrik menjadi gerak.

## A. Energi Listrik

Ketika kamu menghubungkan teko listrik yang berisi air dingin ke stop kontak listrik, beberapa saat kemudian air dingin menjadi panas. Air yang ada di dalam teko menjadi panas karena menerima energi kalor. Dari peristiwa tersebut tentu kamu tahu bahwa energi listrik dapat diubah menjadi energi kalor. Bagaimana caranya mengukur energi listrik menjadi energi kalor? Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi besar energi tersebut? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, coba kamu lakukan percobaan berikut!

## Kegiatan Laboratorium

### Tujuan:

Menyelidiki faktor-faktor yang mempengaruhi besar-kecinya energi listrik.

### Alat dan Bahan:

1. Pemanas celup 12 V
2. Baterai 12 V dan 6 V
3. Amperemeter
4. Stopwatch
5. Gelas berisi air.

### Langkah Kerja

1. Hubungkan pemanas celup 12 V ke baterai 12 V melalui amperemeter secara seri, agar lebih jelas perhatikanlah gambar di samping!
2. Celupkan pemanas ke dalam wadah yang berisi 1 kg air. Sebelumnya, ukur dahulu suhu air dengan termometer!
3. Gunakan stopwatch untuk mengukur berapa lama waktu yang diperlukan pemanas celup untuk memanaskan 1 kg air sehingga suhunya naik  $5^{\circ}\text{C}$ !
4. Ulangi langkah 1 sampai dengan 3, tetapi sekarang gunakan baterai 6 V dan pemanas celup 6 V!
5. Isikanlah hasil pengamatanmu pada tabel di bawah ini!



Tegangan baterai	Kuat arus	Lama waktu suhu air naik $5^{\circ}\text{C}$
12 V	.....	.....
6 V	.....	.....

6. Dari data pengamatan yang kamu peroleh, buatlah kesimpulanmu tentang pengaruh tegangan, kuat arus, dan waktu terhadap energi listrik yang dihasilkan!



Coba bandingkan kesimpulanmu dengan pembahasan berikut ini! Ketika digunakan pemanas celup dengan tegangan 12 volt, kuat arus yang mengalir kira-kira 5 A. Sedangkan ketika digunakan tegangan 6 volt ( $1/2 \times$  tegangan semula), kuat arus yang mengalir sekitar 2,5 A atau 3 A ( $1/2 \times$  kuat arus semula). Pada penggunaan dua tegangan ini terdapat perbedaan waktu pemanasan, yaitu waktu yang diperlukan untuk menaikkan suhu air  $5^{\circ}\text{C}$  bukan  $2x$  waktu semula, tetapi sekitar  $4x$  waktu semula.

Dari analisis di atas dapat disimpulkan bahwa *untuk menghasilkan energi listrik yang sama* : jika tegangan adalah  $1/2$  kali tegangan semula dan kuat arus  $1/2$  kali kuat arus semula, maka selang waktu pemanasan adalah 4 kali selang waktu semula. Jika faktor-faktor pengali tegangan, kuat arus, dan waktu ini kita kalikan, kita peroleh  $1/2 \times 1/2 \times 4 = 1$ . Berdasarkan urutan di atas dapatlah kita simpulkan bahwa energi listrik (W) sebanding dengan tegangan listrik (V), kuat arus listrik (I) dan waktu (t). Secara matematis dapat ditulis:

$$W = V I t$$

Dimana:

W = energi listrik, dalam joule

V = beda potensial, dalam volt

I = kuat arus, dalam ampere

t = waktu dalam sekon

Dari persamaan di atas, secara fisis dapat dijelaskan bahwa besarnya energi listrik sebanding dengan beda potensialnya, kuat arus yang mengalir, dan waktu yang digunakan.

Berdasarkan hukum ohm, persamaan energi listrik di atas dapat diturunkan menjadi:

$$I = \frac{V}{R} \text{ atau } V = I \cdot R$$

$$W = I^2 \cdot R \text{ atau}$$

$$W = \frac{V^2}{R} t$$

Besaran  $W$  dalam persamaan di atas merupakan besar energi listrik yang berubah menjadi kalor dalam hambatan  $R$ .

Satuan kalor juga bisa dinyatakan dalam kalori atau kilokalori. Masih ingatkah kamu bahwa 1 kalori setara dengan 4,18 joule atau  $1 \text{ joule} = 0,24 \text{ kalori}$ . Maka, rumus energi listrik bila menggunakan satuan kalor menjadi:

$$W = 0,24 \text{ V.I.t kalori}$$

$$W = 0,24 I^2 \cdot R \cdot t \text{ kalori}$$

$$W = 0,24 \frac{V^2}{R} t \text{ kalori}$$

### Contoh Soal

1. Seterika listrik dipasang pada tegangan 110 Volt dan dipakai selama 10 menit. Apabila kuat arus yang mengalir 0,3 A, maka hitunglah besar energi listrik yang diubah menjadi energi kalor!

#### Penyelesaian

Diketahui:

$$V = 110 \text{ Volt}$$

$$t = 10 \text{ menit} = 600 \text{ sekon}$$

$$I = 0,3 \text{ A}$$

Ditanya:  $W = \dots?$

**Jawab :**

$$W = V \cdot I \cdot t$$

$$= 110 \text{ Volt} \cdot 0,3 \text{ A} \cdot 600 \text{ sekon}$$

$$= 19800 \text{ Joule}$$

2. Sebuah teko listrik dihubungkan ke sumber tegangan 20 volt. Bila elemen pemanas mempunyai hambatan  $5 \Omega$  Hitunglah energi listrik yang diubah menjadi energi kalor selama 1 menit!

#### Penyelesaian

Diketahui:

$$V = 20 \text{ Volt}$$

$$R = 5 \Omega$$

$$t = 1 \text{ menit} = 60 \text{ sekon}$$

Ditanya:

$$W = \dots?$$

### Tokoh

Fisikawan dari Inggris yang bernama James Prescott Joule terkenal karena penelitiannya tentang listrik dan termodinamika. Joule menemukan hubungan antara arus listrik, hambatan listrik dan panas yang dilepaskan oleh perangkat listrik.

Jawab:

$$W = \frac{V^2}{R} t$$

$$W = \frac{(20V)^2}{5\Omega} \times 60 \text{sekon}$$

$$W = 4800 \text{ joule}$$

## Evaluasi

1. Sebuah seterika listrik dihubungkan ke stop kontak listrik PLN bertegangan 110 Volt, sehingga kuat arus yang mengalir melalui elemen pemanas seterika listrik 20 A. Tentukanlah energi listrik yang diberikan seterika listrik setelah 10 sekon!
2. Arus listrik 4 Ampere mengalir pada seterika listrik yang mempunyai elemen pemanas dengan hambatan 70 ohm. Hitunglah energi listrik yang diubah menjadi energi kalor selama 1 menit!
3. Sebuah lampu pijar yang memiliki hambatan 6 ohm dialiri arus listrik 5 ampere selama 10 menit. Hitung energi listrik yang dihasilkan lampu pijar tersebut!
4. Sebuah elemen pemanas radiator yang mempunyai hambatan listrik 110 ohm dihubungkan ke sumber tegangan 220 Volt selama 3 menit. Hitunglah energi listrik yang dihasilkan oleh radiator tersebut!

## B. Daya Listrik

Pernahkah kamu mengamati sebuah bola lampu listrik? Sering kita lihat pada bola lampu listrik tertulis angka, misalnya 220 V, 25 W. Apa artinya? Artinya bola lampu tersebut akan bekerja dengan baik bila dipasang pada tegangan 220 V dengan daya 25 W.

### Tugas Individu

Ambilah sebuah seterika listrik kemudian bacalah tulisan yang tertera disana yang terkait dengan listrik, misalnya 220 V, 300 W. Jelaskan arti dari tulisan yang terdapat pada seterika tersebut!

Setiap alat listrik mempunyai kemampuan yang berbeda-beda dalam mengubah energi listrik menjadi energi lain. Besarnya energi listrik yang diubah oleh alat listrik setiap sekon disebut daya.

Daya adalah kemampuan untuk melakukan usaha. Daya listrik merupakan kemampuan alat-alat listrik untuk mengubah energi listrik menjadi energi bentuk lainnya setiap sekon. Jadi, besar daya listrik dipengaruhi oleh besar energi listrik dan waktu. Jika besarnya energi listrik yang diubah itu adalah  $W$  dalam waktu ( $t$ ), maka dayanya ( $P$ ) adalah:

$$P = \frac{W}{t}$$

Dimana:

$P$  = daya listrik

$W$  = energi listrik dalam satuan joule

$t$  = waktu, dalam satuan sekon

$$\begin{aligned} \text{satuan daya} &= \frac{\text{satuan energi}}{\text{satuan waktu}} \\ &= \frac{\text{joule}}{\text{sekon}} = \text{watt (W)} \end{aligned}$$

$$\text{jadi } 1 \text{ Watt} = 1 \frac{\text{joule}}{\text{sekon}}$$

Karena  $W = V I t$ ; maka

$$P = \frac{V I t}{t}, \text{ maka } P = V I$$

Dimana:

$P$  = daya listrik, dalam satuan watt (W)

$V$  = beda potensial, dalam satuan volt (V)

$I$  = kuat arus, dalam satuan ampere (A).

Dari persamaan di atas dapat artikan bahwa besarnya daya listrik ditentukan oleh besarnya kuat arus dan beda potensial yang digunakan.

Karena  $V = IR$ , maka persamaan daya dapat ditulis menjadi

$$P = I^2 R$$

## Tugas Kelompok

Setelah pembahasan energi listrik dan daya listrik. Coba, kamu diskusikan dengan temanmu, apakah hubungan antara energi listrik dengan daya listrik itu?

### Contoh Soal

1. Sebuah bola lampu tertera tertuliskan 220 V, 25 Watt, dipasang pada tegangan yang tepat selama 2 menit. Hitunglah banyaknya energi listrik yang digunakan!

Penyelesaian

Diketahui:

$$V = 220 \text{ Volt}$$

$$P = 25 \text{ Watt}$$

$$t = 2 \text{ menit} = 120 \text{ sekon}$$

Ditanya:

$$W = \dots\dots\dots?$$

**Jawab :**

$$P = \frac{W}{t}$$

$$W = P \cdot t$$

$$= 25 \text{ watt} \cdot 120 \text{ sekon}$$

$$= 3000 \text{ Joule}$$

2. Sebuah sekering dipasang pada tegangan 110 Volt menyebabkan arus mengalir 4 Ampere. Hitunglah daya sekering tersebut!

**Penyelesaian**

Diketahui:

$$V = 110 \text{ Volt}$$

$$I = 4 \text{ Ampere}$$

Ditanya:

$$P = \dots\dots\dots?$$

**Jawab:**

$$P = V \cdot I$$

$$= 110 \text{ Volt} \cdot 4 \text{ A}$$

$$= 440 \text{ V} \cdot \text{A}.$$

$$= 440 \text{ Watt}$$

1. Sebuah kompor listrik memberikan energi 12000 Joule selama 30 detik. Hitunglah daya listrik kompor listrik tersebut!
2. Hitunglah daya listrik dari komponen-komponen berikut ini!
3. Elemen pemanas setrika listrik 100 ohm dihubungkan ke tegangan 220 Volt.
4. Lampu 10 ohm dihubungkan ke baterai 12 Volt.
5. Sebuah generator menghasilkan daya 55 watt dengan tegangan 220 Volt.
  - a. Berapa kuat arus yang dihasilkan oleh generator?
  - b. Bila tegangan dinaikkan menjadi 1100 Volt, hitunglah kuat arus yang mengalir!

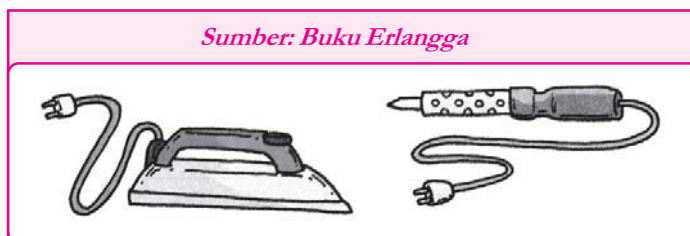
### Tugas Kelompok

Dalam sebuah rumah tangga terdapat 5 buah lampu masing-masing 25 Watt, 2 buah lampu 40 Watt, dan 3 buah lampu neon 10 Watt. Semua lampu dipakai setiap harinya 10 jam. Sebuah setrika listrik 300 Watt dipakai 2 jam setiap hari. Pompa air listrik 125 Watt dipakai 1 jam setiap hari. TV 40 Watt dipakai 5 jam setiap hari. Sebuah kulkas 50 watt dipakai 24 setiap harinya. Berapa pemakaian energi listrik setiap harinya? Hitung harga rekening listrik yang harus dibayar ke PLN selama satu bulan! (bila harga 1k Wh = Rp 200,-).

## C. Peralatan Sehari-hari

### 1. Elemen-elemen pemanas

Alat-alat listrik seperti setrika listrik, kompor listrik, pengering rambut listrik, pembakar listrik, dan teko listrik memiliki prinsip kerja yang sama dalam mengubah energi listrik menjadi energi kalor. Semua alat-alat listrik tersebut memiliki elemen pemanas, perhatikanlah gambar berikut!



*Gambar: 7.2 Elemen-elemen pemanas*

Elemen pemanas dapat kita anggap sebagai hambatan listrik. Ketika elemen pemanas dialiri arus listrik  $I$  selama waktu  $t$ , maka elemen pemanas akan memberikan energi listrik  $I^2 R t$ . Selanjutnya energi ini diubah menjadi energi kalor yang dapat menaikkan suhu benda-benda yang berhubungan langsung dengan konduktor elemen pemanas, misalnya air pada teko listrik, bahan makanan pada kompor listrik, dan pakaian pada setrika listrik.

Umumnya elemen pemanas terbuat dari kawat nikhrom yang dililitkan pada suatu lempeng yang terbuat dari isolator tahan panas, misalnya mika. Lilitan ini seluruhnya ditutup lagi dengan bahan isolator tahan panas. Jadi, elemen pemanas disekat dari bagian-bagian alat listrik yang harus aman disentuh atau dipegang oleh pemakai. Oleh karena itu, kita tidak merasa panas ketika memegang tangkai pengering rambut. Kawat nikhrom dipilih untuk digunakan karena bahan nikhrom dapat dikenai panas tinggi (panas berwarna merah) tanpa mengalami kerusakan (melebur dan terbakar).

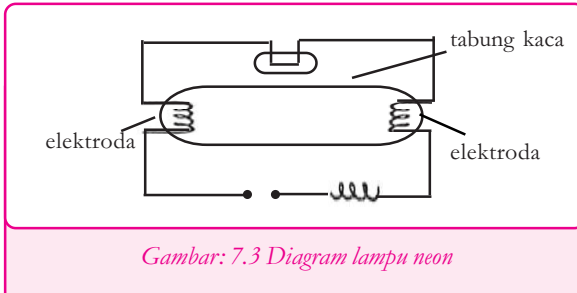
## 2. Lampu Pijar dan Lampu Neon

Perubahan energi listrik menjadi energi cahaya dapat ditunjukkan pada lampu pijar dan lampu neon. Lampu pijar listrik terdiri atas *kawat* wolfram kecil yang digulung menjadi spiral. Kawat spiral ini disebut filamen lampu. Filamen ini kemudian dipasang di dalam selubung kaca yang hampir hampa, dengan tekanan rendah dan diisi gas argon untuk menghindari terbakarnya filamen.

Sebuah lampu pijar hanya dapat mengubah sebagian kecil dari energi listrik menjadi energi cahaya yang terpakai, sebagian besar lainnya berubah menjadi energi kalor. Hal ini dapat kita rasakan ketika menyentuh lampu pijar yang telah lama menyala, tangan terasa panas. Bahkan, untuk melepas lampu pijar berdaya besar (45 W ke atas) dari tempatnya, kita memerlukan kain kering untuk menahan panasnya. Jadi, lampu pijar memiliki efisiensi rendah atau tidak hemat energi.

Lampu neon (disebut juga lampu tabung atau lampu TL) lima kali lebih efisien daripada lampu pijar. Sebuah lampu neon dapat mengubah lebih besar energi listrik menjadi energi cahaya yang terpakai daripada lampu pijar. Oleh karena itu tangan kita masih tahan melepas lampu neon dari tempatnya ketika menyala. Lampu neon jenis terbaru yang saat ini telah beredar di pasaran sangat efisien dan hemat energi. Lampu neon 11 W sama terangnya dengan lampu pijar 75 W.

Keunggulan lampu neon dibandingkan dengan lampu pijar adalah waktu hidupnya. Di pasaran sering diiklankan bahwa waktu hidup lampu neon sekitar 3000 jam, sedangkan waktu hidup lampu pijar sekitar 1000 jam. Waktu hidup lampu neon adalah waktu mulai lampu neon digunakan sampai dengan lampu neon tersebut tidak berfungsi lagi.



*Gambar: 7.3 Diagram lampu neon*

Lampu neon terdiri atas tabung kaca yang hampir hampa, berisi uap raksa. Pada ujung-ujung tabung terdapat elektroda. Diagram sederhana lampu neon ditunjukkan pada di bawah ini.

Ketika lampu neon dihubungkan dengan sumber tegangan yang memadai, uap raksa memancarkan sinar ultraviolet (sinar yang tidak terlihat oleh mata) yang mengenai dinding tabung. Dinding tabung bagian dalam dilapisi oleh zat yang dapat berpendar. Ketika zat ini terkena oleh sinar ultraviolet, zat ini berpendar memancarkan cahaya.

### **Tugas Individu**

Setelah kamu mempelajari spesifikasi lampu pijar dan lampu neon, coba kamu pilih jenis lampu apa yang sebaiknya digunakan dalam penerangan rumahmu? Mengapa? Namun bila untuk lampu baca atau belajar, lampu apa yang sebaiknya digunakan? Mengapa?

### **Rangkuman**

1. Energi listrik merupakan salah satu bentuk energi yang paling mudah diubah menjadi bentuk energi lain.
2. Perubahan-perubahan bentuk energi listrik menjadi:
  - a. energi cahaya, contohnya lampu TL, lampu pijar.
  - b. energi kalor, contohnya setrika, solder, alat pemanggang listrik, dan kompor listrik.
  - c. Energi kimia, contohnya menyetrum aki.
  - d. Energi kinetik, contohnya motor listrik, kipas angin, pompa air listrik.



3. Besar energi listrik ditentukan oleh tegangan, kuat arus, dan waktu.
4. Rumus-rumus untuk menentukan besar energi listrik adalah:
  - a.  $W = V.I. t$  Joule  
 $= 0,24 V.I. t$  kalori
  - b.  $W = I^2 \cdot R.t$  Joule  
 $= 0,24 I^2 \cdot R. t$  kalori.
  - c.  $W = \frac{V^2}{R} t$  joule  
 $W = 0,24 \frac{V^2}{R} t$  kalori
5. Satuan energi listrik yang lain, yaitu kWh (kilowatt jam)  $1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$ .
6. Daya listrik adalah besar usaha yang dilakukan oleh sebuah alat untuk mengubah energi listrik tiap sekon.
7. Rumus untuk menentukan daya listrik adalah:
  - a.  $P = \frac{W}{t}$
  - b.  $P = V. I$
  - c.  $P = \frac{V^2}{R}$
8. Elemen pemanas merupakan konduktor yang mempunyai hambatan jenis besar yang digunakan pada alat pemanas listrik. Elemen pemanas mengubah energi listrik menjadi kalor.

### Proyek

Cobalah membuat pembangkit listrik tenaga angin sederhana dengan menggunakan dinamo sepeda. Pertama-tama buatlah kincir angin yang mampu memutar dinamo sepeda. Untuk menghubungkan kincir dengan kepala dinamo, gunakan karet ban bekas. Setelah alat tersebut selesai, silahkan dicoba, apakah pembangkit tersebut dapat bekerja dengan baik. Jika belum, sempurnakan rancanganmu dengan terlebih dahulu mencari sumber bagian yang memerlukan perbaikan.

**A. Pilih salah satu jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda (x) pada huruf a, b, c, atau d!**

1. Alat-alat listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi kalor adalah ....
  - a. solder dan kipas angin
  - b. lampu neon dan solder
  - c. kipas angin dan lampu pijar
  - d. solder dan setrika
2. Pada sebuah lampu pijar tertera 20 Watt, 220 Volt artinya ....
  - a. kuat arus yang mengalir pada lampu besarnya 0,05 A
  - b. hambatan filamen pemanas besarnya 0,05 ohm
  - c. lampu akan berpijar dengan baik bila dipasang pada tegangan 220 Volt
  - d. lampu akan berpijar dengan redup bila dipasang pada tegangan 220 Volt
3. Berikut ini merupakan faktor yang mempengaruhi besarnya energi listrik *kecuali* ....
  - a. suhu
  - b. beda potensial
  - c. kuat arus
  - d. waktu
4. Satuan energi listrik dalam SI adalah ....
  - a. watt
  - b. joule
  - c. newton
  - d. kilowatt jam
5. Sebuah setrika listrik dipasang pada tegangan 220 Volt, dilalui arus 10 ampere selama 20 sekon, maka besar energi kalor yang ditimbulkan adalah...
  - a. 2200 J
  - b. 4400 J
  - c. 44000 J
  - d. 22000 J

6. Arus listrik 2 A mengalir melalui sebuah resistor 10 ohm selama 2 menit. Energi yang telah digunakan resistor adalah ....
- 4800 J
  - 2400 J
  - 400 J
  - 80 J
7. Hubungan antara energi listrik dengan daya listrik adalah ....
- $P = W/t$
  - $P = W \times t$
  - $W = P/t$
  - $W = t/P$
8. Sebuah pesawat televisi dipasang pada tegangan 220 volt, kuat arus yang mengalir 0,1 A. Daya pesawat televisi tersebut adalah ....
- 0,22 watt
  - 2,2 watt
  - 22 watt
  - 220 watt
9. Sebuah lampu diberikan tegangan 12 Volt, lampu menyala normal. Apabila arus yang mengalir melalui lampu 0,5 A, maka daya lampu tersebut ....
- 0,5 watt
  - 6 watt
  - 12 watt
  - 24 watt
10. Seterika listrik mempunyai daya 400 watt selama dipakai telah menyerap energi listrik 0,2 kWh, lama waktu seterika tersebut digunakan .....
- 0,25 jam
  - 0,5 jam
  - 1,0 jam
  - 2,0 jam

11. Besar energi listrik yang digunakan dalam rumah-rumah diukur oleh meteran listrik dalam satuan ....
  - a. kalori
  - b. joule
  - c. kilowatt
  - d. killowatt-hour
12. Bahan filamen lampu pijar terbuat dari ....
  - a. kawat nikrom
  - b. kawat nekelin
  - c. kawat wolfram
  - d. kawat baja
13. Pemakaian lampu neon lebih hemat daripada lampu pijar sebab....
  - a. lampu neon lebih mahal daripada lampu pijar
  - b. cahaya lampu neon berwarna kebiru-biruan
  - c. sebagian besar energi listrik pada lampu neon diubah menjadi energi cahaya
  - d. sebagian besar energi listrik pada lampu neon diubah menjadi energi kalor
14. Kawat logam yang disebutkan di bawah ini yang bisa digunakan untuk elemen pemanas adalah....
  - a. tembaga
  - b. nikel
  - c. almunium
  - d. kuningan
15. Di antara alat-alat listrik berikut ini yang menyerap energi paling banyak adalah....
  - a. pompa listrik 100 watt menyala selama 40 menit
  - b. setrika listrik 350 watt menyala selama 1,5 jam
  - c. TV 80 watt menyala selama 15 jam
  - d. pengering rambut 300 watt menyala selama 20 jam.

**B. Jawablah soal-soal berikut dengan teliti dan benar!**

1. Sebutkan 3 contoh alat listrik yang dapat mengubah:
  - a. energi listrik menjadi energi gerak!
  - b. energi listrik mejadi energi kalor!
  - c. energi listrik mejadi energi bunyi!
2. Sebuah lampu mempunyai spesifikasi 12 V, 3 A,
  - a. berapa daya listrik lampu tersebut?
  - b. berapa energi listrik yang diterima oleh filamen lampu setiap menit?
3. Sebuah seterika listrik dengan daya 360 W, dipasang pada tegangan 240 V, hitunglah:
  - a. kuat arus yang mengalir!
  - b. hambatan kumparan pemanas!
  - c. energi yang dihasilkan seterika per menit!
  - d. biaya energi listrik jika seterika dipakai 3 jam ( 1kWh =Rp. 200,00 )
4. Sebuah elemen pemanas mempunyai hambatan 200 ohm, mengalir arus 0,5 A selama 1 menit, hitunglah:
  - a. tegangan listriknya!
  - b. energi listriknya!
  - c. daya listriknya!
5. Sebuah rumah tangga menggunakan 6 buah lampu yang terdiri atas 4 lampu 40 watt, 2 lampu 75 watt. Lampu 40 watt tiap hari menyala 6 jam dan lampu 75 watt tiap hari menyala 5 jam. Hitunglah
  - a. jumlah energi yang digunakan dalam 1 bulan ( 1bulan = 30 hari)!
  - b. biaya yang harus dibayar jika harga 1 kWh = Rp. 200,00!

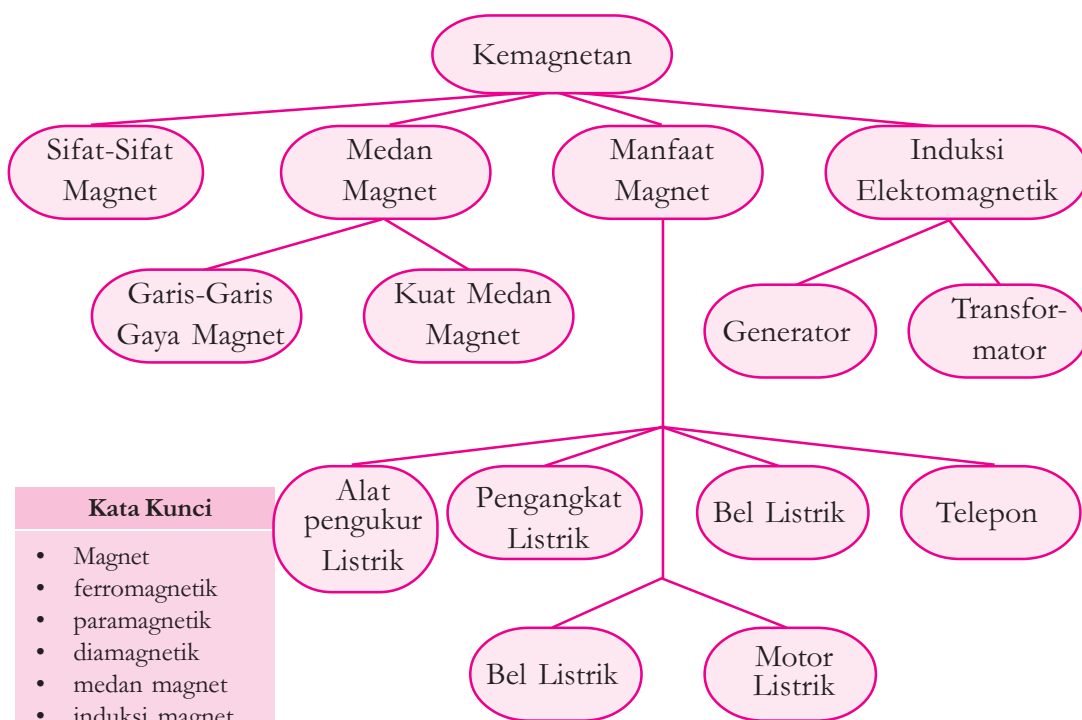
# Bab 8

## Kemagnetan

### Tujuan Kompetensi

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu memahami konsep kemagnetan dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Untuk mengetahui garis besar bab ini, kamu perhatikan peta konsep di bawah ini!



### Kata Kunci

- Magnet
- ferromagnetik
- paramagnetik
- diamagnetik
- medan magnet
- induksi magnet

Magnet merupakan benda yang misterius, mengapa? Karena magnet dapat menarik atau menolak magnet lain dengan kekuatan yang tidak tampak. Ada mitos yang menganggap bahwa orang yang memiliki magnet di dalam tubuhnya akan mempunyai kekuatan untuk mendatangkan berkah. Ada pula yang percaya bahwa magnet mempunyai kekuatan goib yang dapat menyembuhkan berbagai penyakit.



Sumber: Encarta

*Gambar: 8.1 Contoh peralatan yang bekerja berdasarkan konsep kemagnetan*

Bahkan masa kini magnet dipercaya sebagai benda yang dapat membantu menyembuhkan penyakit, namun bukan kekuatan goib melainkan sifat kemagnetan yang ditimbulkannya. Sekarang magnet dipelajari dan digunakan untuk membantu pekerjaan manusia, seperti untuk pembuatan bel listrik, motor listrik, alat pengangkut besi dan masih banyak lagi kegunaannya. Bagaimana alat-alat tersebut bekerja? Apa peran magnet pada alat-alat tersebut? Sifat-sifat apa yang dimiliki magnet? Marilah kita ikuti pembahasan berikut ini?

## A. Gejala Kemagnetan dan Cara Membuat Magnet

### Tujuan Sub Kompetensi

*Setelah mempelajari sub bab ini diharapkan kamu mampu menyelidiki gejala kemagnetan dan cara membuat magnet*

Benda-benda di alam ini ada yang dapat ditarik oleh magnet dan ada yang tidak dapat ditarik oleh magnet. Benda-benda yang dapat ditarik oleh magnet disebut benda magnet, sedangkan benda-benda yang tidak dapat ditarik oleh magnet disebut benda nonmagnet.

Untuk dapat mengelompokkan benda magnet dan benda nonmagnet, coba kamu lakukan penyelidikan berikut ini!

## Tugas Individu

Ambilah benda-benda di sekitarmu, kemudian lakukanlah penyelidikan dengan cara mendekatkan benda-benda tersebut dengan magnet. Benda apa saja yang dapat ditarik oleh magnet dan benda apa saja yang tidak dapat ditarik oleh magnet?

### Sekilas Info

*Konon, seorang penggembala bernama Magnes sedang menjaga binatang gembalanya di lereng gunung di Asia Kecil. Ia melihat ujung besi tongkatnya tertarik ke tanah. Kemudian Magnes menggali sekitar tertariknya ujung tongkat besinya dan menemukan bahwa tongkat itu ditarik oleh sebuah batu. Kemudian batu tersebut diberi nama magnet.*

*Diperkirakan orang yang pertama kali menggunakan magnet ini adalah orang Cina, sekitar tahun 100 SM. Pada saat pelayaran Cina-Sumatera dalam menentukan arah, orang Cina sudah menggunakan kompas magnetik.*

*Selanjutnya batu magnet ini banyak diselidiki oleh Thales, seorang ahli matematika dan astronomi berkebangsaan Yunani sekitar tahun (640-546) SM. Batu-batu magnet ini mempunyai sifat menarik partikel-partikel besi.*

*Sekarang orang telah dapat membuat magnet dari besi, baja atau campuran logam lainnya. Sehingga magnet dapat dimanfaatkan dalam berbagai keperluan sehari-hari.*

Dari kegiatan penyelidikan di atas, tentu kamu dapat temukan benda-benda yang dapat ditarik oleh magnet seperti batang besi, paku dan baja. Sedangkan benda-benda yang tidak dapat ditarik magnet seperti penggaris plastik, buku tulis, karet penghapus dan pensil dari kayu.

Benda-benda yang ditarik magnet dengan gaya yang kuat disebut bahan ferromagnetik. Contoh benda ini seperti besi, baja, nikel, kobalt atau campurannya. Benda-benda yang ditarik dengan gaya yang lemah oleh magnet disebut bahan paramagnetik. Contoh benda ini seperti aluminium dan platina.

Benda-benda yang ditolak oleh magnet disebut bahan diamagnetik. Contoh benda ini seperti tembaga, emas, seng, dan garam dapur.

## 1. Sifat-Sifat Magnet

Setiap magnet mempunyai dua ujung. Kedua ujung tersebut biasa disebut kutub. Salah satu kutubnya selalu mengarah ke utara dan kutub yang lain mengarah ke selatan. Kutub yang mengarah ke utara disebut kutub utara magnet dan yang mengarah ke selatan disebut kutub selatan magnet.



Bagaimana cara menentukan kutub magnet? Coba Anda lakukan percobaan berikut ini!

### Kegiatan Laboratorium

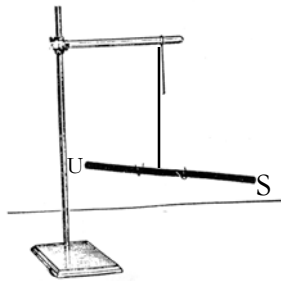
#### Tujuan:

Menentukan kutub utara dan kutub selatan magnet

#### Alat dan Bahan

- Magnet batang
- Benang

#### Langkah Kerja



1. Ikatlah sebuah magnet batang dengan seutas benang kemudian gantungkan, perhatikan gambar di atas!
2. Dalam keadaan diam menghadap kemanakah kutub utara dan kutub selatan magnet?
3. Putarlah magnet tadi, setelah magnet menjadi diam, menunjuk ke arah manakah kutub utara dan kutub selatan magnet tersebut?
4. Buatlah kesimpulanmu!

Percobaan di atas merupakan konsep sederhana pembuatan sebuah kompas. Dalam keadaan diam, arah memanjang magnet batang selalu menunjuk arah utara-selatan. Kutub magnet yang menunjuk arah utara disebut kutub utara, kemudian diberi tanda **U** dan yang menunjuk arah selatan disebut kutub selatan, kemudian diberi tanda **S**.

Apa yang terjadi bila kutub sebuah magnet didekatkan kutub magnet lain? Terjadi tolak-menolak atau tarik-menarik? Untuk menjawab pertanyaan tersebut coba kamu lakukan percobaan berikut!

## Kegiatan Laboratorium

### Tujuan:

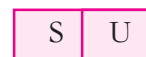
Menyelidiki terjadinya tarik menarik atau tolak menolak, apabila dua buah magnet didekatkan.

### Alat dan Bahan

1. Magnet batang
2. Benang

### Langkah Kerja

1. Dekatkan kutub utara magnet ke kutub utara magnet yang lain, amatilah! Apa yang terjadi?
2. Dekatkan kutub selatan magnet ke kutub selatan magnet yang lain! Amatilah! Apa yang terjadi?
3. Dekatkan kutub utara magnet ke kutub selatan magnet yang lain dan amatilah, apa yang terjadi?
4. Buatlah kesimpulanmu!



Coba, kamu bandingkan kesimpulanmu dengan pembahasan di bawah ini! Ketika kutub selatan magnet batang pertama didekatkan ke kutub utara magnet batang yang kedua, maka kutub utara magnet yang kedua ditarik menuju ke kutub selatan magnet pertama. Sebaliknya, ketika kutub utara magnet pertama didekatkan ke kutub utara magnet kedua, maka kutub utara magnet yang kedua ditolak oleh kutub utara magnet pertama. Berdasarkan uraian di atas dapatlah disimpulkan bahwa: dua kutub magnet yang sejenis tolak-menolak, sedangkan dua kutub magnet yang tidak sejenis tarik-menarik.

### Tugas Individu

Selidikilah! Dimanakah letak gaya-gaya magnet terbesar pada magnet batang?  
[Petunjuk: Kamu bisa lakukan dengan cara memasukkan magnet batang ke dalam serbuk besi kemudian diangkat]

## 2. Medan Magnet

Paku-paku besi yang diletakkan di sekitar magnet akan ditarik oleh magnet. Kutub-kutub jarum kompas kedudukannya dapat berubah jika didekatkan pada magnet.

Gejala tertariknya paku atau berubahnya kedudukan kutub-kutub jarum kompas disebabkan oleh adanya gaya yang ditimbulkan oleh kutub magnet. Ruangan tempat paku atau jarum kompas berada disebut medan gaya. Oleh karena gaya yang mempengaruhi paku atau magnet jarum ditimbulkan oleh magnet, maka medan gaya itu disebut medan magnet. Jadi, medan magnet adalah ruangan disekitar benda-benda yang bersifat magnet, sehingga masih terasa adanya gaya magnet.

Untuk lebih memahami tentang medan magnet, Anda lakukan percobaan berikut ini!



### *Kegiatan Penyelidikan*

#### **Tujuan:**

Menyelidiki adanya medan magnet.

#### **Alat dan Bahan**

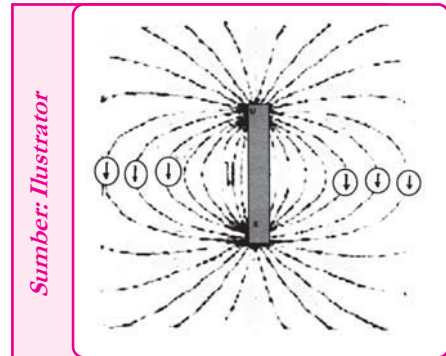
1. Dua buku yang tebalnya sama
2. Magnet batang
3. Selembar kertas folio putih
4. Serbuk-serbuk besi secukupnya

#### **Langkah Kerja**

1. Letakkan magnet batang di antara dua buah buku tebal di atas sebuah meja mendatar. Letakkan kertas folio di atas kedua buku!
2. Taburkan serbuk-serbuk besi secara merata di atas kertas folio putih. Ketuklah kertas itu secara perlahan beberapa kali. Perhatikan pola yang dibentuk oleh serbuk-serbuk besi!
3. Garis-garis lengkung yang dibentuk oleh serbuk-serbuk besi disebut garis-garis gaya magnet. Buatlah kesimpulanmu tentang garis-garis gaya magnet yang dihasilkan oleh sebuah magnet batang!

Pengamatan lain untuk menunjukkan adanya medan magnet dapat dilakukan dengan meletakkan beberapa kompas di sekitar magnet. Jarum-jarum kompas akan menunjukkan arah garis-garis gaya magnet pada titik-titik tertentu di sekitar magnet.

Jadi, adanya medan magnet dapat digambarkan dengan garis-garis gaya magnet, yang didefinisikan sebagai garis khayal yang merupakan lintasan kutub utara magnet-magnet kecil apabila dapat bergerak dengan bebas. Garis-garis gaya magnet selalu mengarah dari kutub utara ke selatan dan tidak pernah berpotongan.



Sumber: Ilustrator

Gambar: 8.2 Garis-garis gaya magnet

Gaya tarik-menarik antara dua kutub magnet tak senama dan gaya tolak-menolak antara dua kutub yang senama digambarkan dengan garis-garis gaya magnet seperti gambar berikut.

### 3. Besar Medan Magnet

Pada abad ke-19, seorang guru besar bangsa Denmark, Hans Christian Oersted (1770-1851), mengamati adanya penyimpangan magnet jarum kompas yang berada di sekitar kawat yang berarus listrik. Untuk memahami gejala yang ditemukan Oersted, lakukan percobaan berikut.

#### Kegiatan Laboratorium

##### Tujuan:

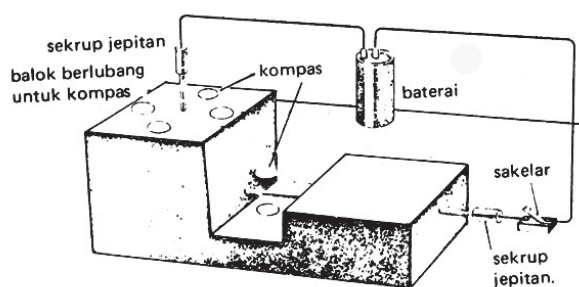
Menyelidiki faktor-faktor yang mempengaruhi besar kecilnya medan magnet.

##### Alat dan bahan

1. Kawat penghantar 1m
2. Magnet jarum atau kompas
3. Baterai

## Langkah Kerja

1. Rentangkan kawat penghantar sepanjang 1 meter ke arah kutub-kutub magnet bumi, searah dengan arah jarum kompas. Perhatikanlah gambar di bawah!
2. Letakkan magnet jarum (kompas) di bawah kawat penghantar tersebut!
3. Hubungkan ujung-ujung kawat dengan kutub positif dan kutub negatif baterai! Apa yang terjadi?
4. Tukar letak kutub baterai. Apa yang terjadi?
5. Ubahlah jarak kompas menjadi lebih jauh terhadap kawat. Apa yang terjadi?
6. Simpulkan dan gambarkan hasil dari percobaanmu!



Dari percobaan di atas diketahui bahwa kawat yang telah dialiri arus listrik di sekitar kawat tersebut muncul medan magnet yang memberi gaya terhadap jarum kompas. Medan magnet di sekitar kawat berarus listrik ini disebut medan magnet induksi. Besarnya gaya magnet yang dialami magnet bergantung pada kuat arus yang mengalir dan jarak magnet terhadap arus. Coba bandingkan kesimpulanmu dengan pembahasan berikut!

Makin besar arus, makin besar gaya magnet yang dialami kutub magnet. Makin dekat jarak kutub magnet ke arus, makin besar pula gaya tersebut.

Bentuk garis gaya magnet dari kawat lurus berarus listrik berupa lingkaran-lingkaran yang tidak berpotongan, semuanya berpusat pada kawat. Lingkaran-lingkaran ini lebih rapat di tempat-tempat yang dekat dengan kawat. Medan magnet merupakan besaran vektor, maka arah medan magnet di sekitar kawat yang berarus listrik dapat ditentukan. Bagaimana cara menentukan arah medan magnet? Perhatikanlah kaidah di bawah ini!

### Kaidah Tangan Kanan

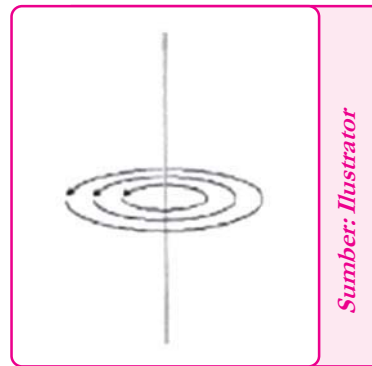
Lihatlah gambar di bawah ini! Arah ibu jari menunjukkan arah arus listrik dan arah lipatan keempat jari-jari lainnya menunjukkan arah putaran garis gaya magnet.

Cara lain untuk menentukan arah medan magnet yaitu dengan sistem pemutar sekrup kanan. Pada sistem sekrup kanan, maju mundurnya sekrup sebagai arah arus dan putaran sekrup sebagai arah medan magnet induksinya, perhatikanlah gambar di bawah.



*Sumber: Ilustrator*

*Gambar: 8.3 .a. Kaidah tangan kanan*

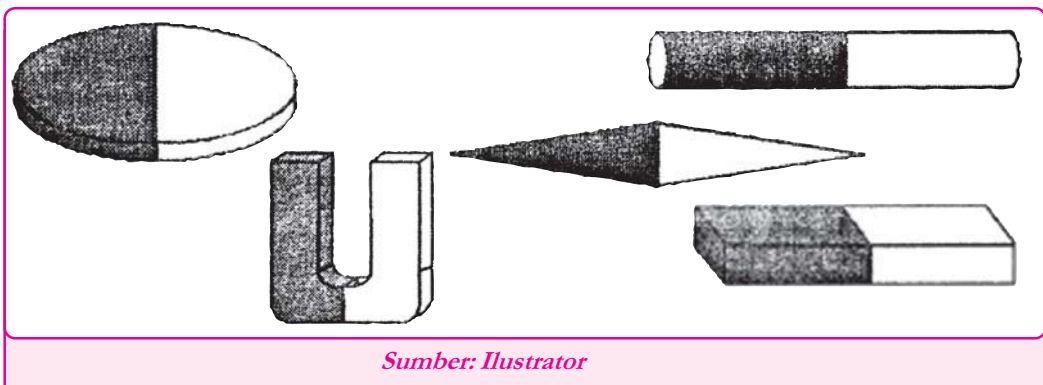


*Sumber: Ilustrator*

*Gambar: b. Pemutar sekrup*

### 4. Cara Membuat Magnet

Magnet dapat dibuat dalam berbagai bentuk. Ada yang berbentuk batang disebut magnet batang, yang berbentuk U disebut magnet U, yang berbentuk silinder disebut magnet silinder, yang berbentuk jarum disebut magnet jarum, dan ada pula yang berbentuk tapal kuda disebut magnet tapal kuda atau magnet ladam. Perhatikanlah gambar di bawah ini!



*Sumber: Ilustrator*

*Gambar: 8.4 Beberapa bentuk magnet*

Beberapa magnet yang disebutkan di atas terbuat dari bahan ferromagnetik. Magnet yang bahannya didapatkan dari hasil tambang disebut magnet alam. Sedangkan sifat kemagnetan benda yang dibuat orang disebut magnet buatan. Bagaimana cara membuat magnet buatan?

Ada tiga cara untuk membuat magnet, yaitu sebagai berikut

- a. Membuat magnet dengan cara menggosok

Sebatang baja dapat dibuat magnet dengan cara menggosoknya dengan sebuah magnet batang.

- b. Membuat magnet dengan cara induksi

Sebatang besi atau baja didekatkan pada sebuah magnet, sehingga batang besi atau baja tersebut menjadi magnet. Peristiwa batang besi atau baja menjadi magnet karena sebuah magnet yang ada didekatnya disebut induksi magnetik. Jadi cara membuat magnet seperti itu disebut cara membuat magnet dengan induksi.

- c. Membuat magnet dengan menggunakan arus listrik

Batang baja dililiti kawat penghantar kemudian dialirkan arus listrik yaitu arus listrik searah hingga batang baja tersebut menjadi magnet.

Agar kamu paham cara membuat magnet, lakukanlah percobaan berikut!

### **Tugas Kelompok**

#### **Tujuan:**

Membuat magnet dengan beberapa cara.

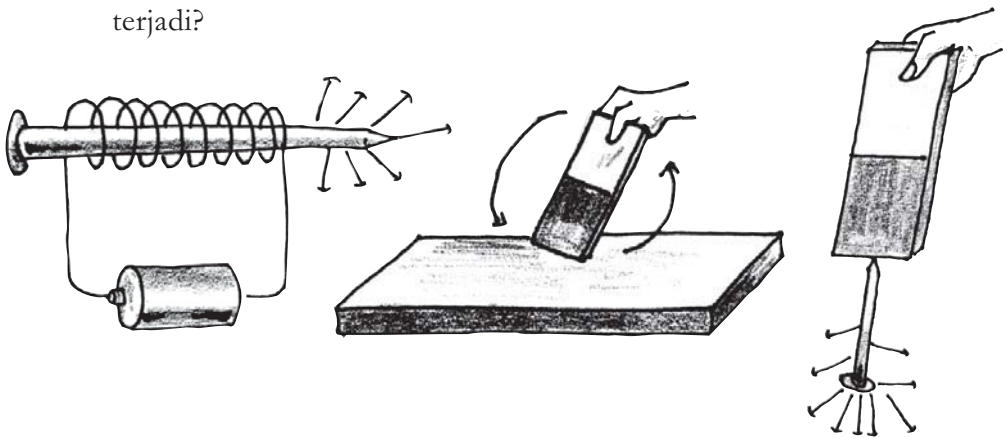
#### **Alat dan Bahan**

1. Besi baja.
2. Magnet batang.
3. Paku kecil.
4. Kawat.
5. Baterai.

#### **Langkah Kerja**

1. Membuat magnet dengan cara menggosok
  - a. Letakkan besi atau baja di atas meja.

- b. Gosoklah besi tersebut dengan magnet tetap secara melingkar dan satu arah (Perhatikan gambar: a ).
  - c. Lakukan beberapa kali.
  - d. Dekatkan paku kecil pada batang besi tadi. Apa yang terjadi?
2. Membuat magnet dengan cara induksi
  - a. Dekatkan besi lunak pada kutub sebuah magnet batang.
  - b. Letakkan paku kecil pada besi tersebut (Perhatikan gambar: b)
  - c. Apa yang terjadi?
  - d. Lepaskan magnet yang ada di atasnya. Apa yang terjadi dengan paku tersebut?
3. Membuat magnet dengan menggunakan arus listrik
  - a. Lilitkan kabel pada paku dan hubungkan ujung-ujungnya pada baterai seperti pada gambar: c.
  - b. Dekatkan klip atau paku kecil pada ujung paku. Apa yang kamu lihat? Lepaskan ujung kabel dari baterai. Bagaimana dengan paku-paku kecil atau klip tadi? Mengapa demikian? Jelaskan jawabanmu melalui diskusi!
  - c. Lakukan langkah 1) dan 2) tapi gantilah paku dengan baja. Apa yang terjadi?



Magnet buatan tidak selamanya menjadi magnet. Magnet buatan akan hilang sifat kemagnetannya bila sumber magnet dihilangkan sehingga dinamakan magnet sementara. Namun ada pula magnet yang sumber magnetnya dihilangkan tetapi sifat kemagnetannya tetap dinamakan magnet tetap.



Selain dapat dibuat, magnet juga dapat dihilangkan. Sifat kemagnetan pada benda dapat dihilangkan dengan cara pemanasan atau pemukulan. Kedua proses ini menyebabkan atom-atom magnet bergetar lebih kuat dan mengganggu keteraturan magnet-magnet elementer. Magnet-magnet elementer yang tadinya segaris menjadi arahnya sembarangan, sehingga benda kehilangan sifat magnetiknya.

## Evaluasi

1. Sebutkan beberapa contoh bahan magnet dan bahan bukan magnet!
2. Mengapa serbuk besi yang didekati sebuah magnet batang hanya melekat pada ujung-ujungnya?
3. Mengapa pembuatan magnet dengan arus listrik lebih baik dari pada dengan cara menggosok?
4. Sebuah magnet batang putus menjadi dua. Apakah dua potongan magnet tersebut juga mempunyai dua kutub? Mengapa?

## Tugas Kelompok

Masih ingatkah kamu, bagaimana cara membuat magnet listrik? Telah diketahui bahwa di sekitar kawat yang dilalui arus listrik menghasilkan medan magnet. Apakah yang terjadi apabila di dalam kumparan arus listrik ditempatkan logam bermagnet seperti besi? Coba kamu diskusikan dengan teman-temanmu! (Petunjuk: Untuk mendiskusikan permasalahan tersebut agar lebih mudah, lakukanlah terlebih dahulu percobaan)

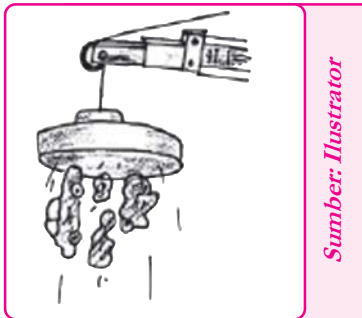
## B. Pemanfaatan Kemagnetan

### Tujuan Sub Kompetensi

*Setelah mempelajari sub bab ini diharapkan Kamu mampu mendeskripsikan pemanfaatan kemagnetan dalam produk teknologi.*

Di bawah ini akan dibahas penggunaan magnet dalam produk teknologi yang biasa digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

### 1. Alat Pengangkat Besi



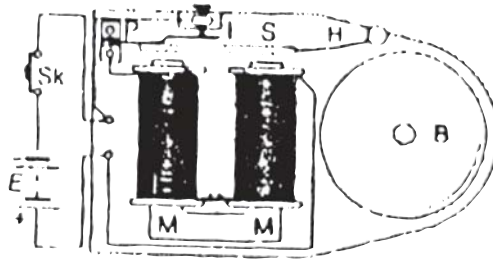
*Gambar: 8.5 Alat pengangkat besi*

Perhatikan gambar di bawah ini!. Pada dasarnya alat ini adalah magnet listrik. Apabila arus listrik dialirkan pada B, A akan menjadi magnet. Akibatnya C akan ditarik oleh A. Apabila arus listrik dihentikan A menjadi besi sehingga C terlepas.

### 2. Bel Listrik

Gambar di bawah menunjukkan sebuah bel listrik. Bagian terpenting sebuah bel listrik adalah elektromagnet dan pemutus arus (interruptor). Pada inti besi lunak yang berbentuk U dililitkan kawat dengan arah belitan yang berlawanan supaya pada ujung-ujung inti besi dihasilkan kutub-kutub magnet yang tidak sejenis (utara dan selatan).

Jangkar besi selalu dihubungkan dengan pegas baja. Ketika sekalar bel ditekan, arus listrik dari baterai mengalir melalui interruptor C kemudian pegas baja menuju kumparan. Inti besi lunak menjadi magnet listrik dan menarik jangkar besi lunak beserta pegas baja, sehingga bel berbunyi. Begitu jangkar besi lunak beserta pegas baja ditarik oleh elektromagnet, kontak interruptor C terputus, sehingga secara otomatis arus listrik dari baterai terputus. Karena kumparan tidak dialiri arus listrik, inti besi lunak kehilangan sifat kemagnetannya dan tidak mampu lagi menarik jangkar. Pegas baja yang menempel pada jangkar menyebabkan jangkar mengayun kembali ke kedudukannya semula. Interruptor C terhubung kembali dengan pegas baja sehingga menghubungkan kembali arus listrik dari baterai ke elektromagnet, dan siklus proses di atas terulang kembali secara terus-menerus.



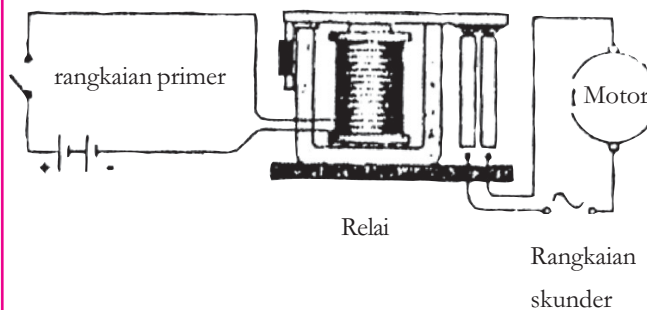
Gambar: 8.6 Skema bel listrik

### 3. Relai

Relai adalah alat dengan energi listrik kecil, dapat menghubungkan dan memutuskan arus listrik yang besar. Relai magnet dalam listrik adalah sakelar yang dijalankan dengan menggunakan magnet listrik.

Perhatikan gambar berikut. Prinsip kerja relai tersebut adalah sebagai berikut. Apabila pada  $I_1$  mengalir arus listrik, maka M menjadi magnet. Akibatnya S ditarik sehingga kontak K bersentuhan. Apabila pada  $I_1$  tidak mengalir arus listrik maka M tidak menjadi magnet sehingga S terlepas sebab ditarik oleh P. Jadi, pada  $I_2$  baru mengalir arus jika ada arus pada  $I_1$ .

Relai banyak digunakan untuk sakelar jarak jauh. Sebagai contoh, relai untuk membuka pintu garasi. Sakelar pengatur dihubungkan dengan rangkaian elektronik yang peka cahaya. Apabila rangkaian elektronik disoroti lampu mobil, maka pintu garasi akan terbuka.



Gambar: 8.7 Skema relai

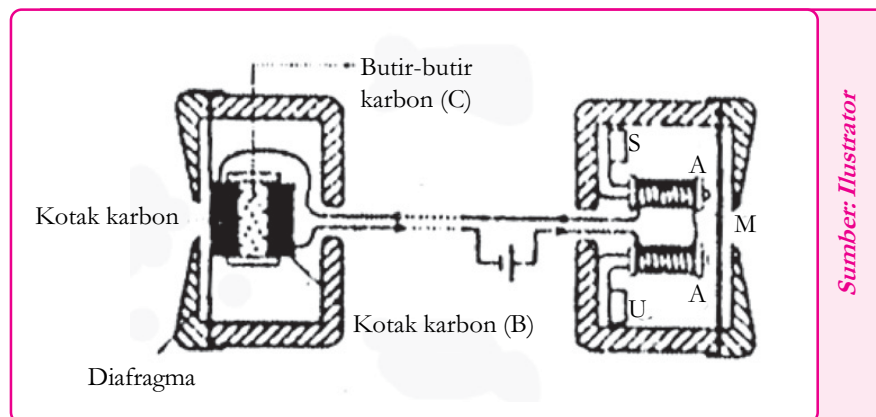
#### 4. Telepon

Pesawat telepon terdiri atas dua bagian utama, yaitu pesawat pengirim atau mikrofon dan pesawat penerima atau earpiece. Mikrofon terdiri atas pelat tipis yang disebut diafragma (D) yang selalu bersentuhan dengan butir-butir karbon (C) yang berada di dalam kotak karbon ( B ).

Getaran suara yang jatuh di permukaan diafragma D mengakibatkan diafragma itu bergetar. Getaran diafragma mengakibatkan butir-butir karbon tertekan. Jika tekanannya besar, butir-butir karbon merapat, jika tekanannya kecil, butir-butir karbon merenggang. Perubahan merapat dan merenggangnya butir-butir karbon menyebabkan hambatan listriknya berubah-ubah. Saat butir-butir karbon merapat, hambatan listriknya kecil dan saat merenggang hambatan listriknya besar. Berubahnya hambatan listrik karbon sesuai dengan getaran suara. Perubahan hambatan listrik ini mengakibatkan berubah-ubahnya arus listrik. Arus yang berubah-ubah ini dialirkan ke pesawat penerima.

Pesawat penerima terdiri atas sebuah diafragma M, magnet listrik AA dan magnet tetap US yang berfungsi memagnetkan inti magnet listrik AA. Karena diafragma terbuat dari lempengan bahan ferromagnetik, maka selalu tertarik ke arah AA, sehingga bentuknya lengkung.

Arus listrik dari mikrofon yang berubah-ubah mengakibatkan kemagnetan elektromagnet pada pesawat penerima berubah-ubah pula. Perubahan kemagnetan ini menyebabkan berubahnya gaya tarik pada diafragma. Perubahan gaya tarik ini sesuai dengan getaran suara yang dikirim dari mikrofon. Penerima mendengar suara pengirim.



Gambar: 8.8 Skema telepon

Sumber: Ilustrator

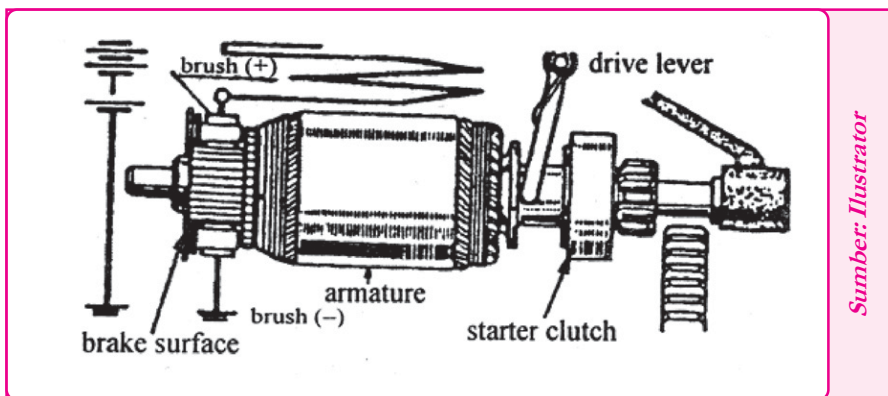
## 5. Motor Listrik

Motor listrik mengubah energi listrik menjadi energi kinetik. Motor listrik yang bekerja dengan energi arus searah disebut motor arus searah. Perhatikan motor listrik.

Pada bentuk yang paling sederhana, motor listrik terdiri atas sebuah kumparan penghantar yang dapat berputar pada medan magnet melalui sebuah poros yang arahnya tegak lurus arah medan magnet. Tiap ujung kumparan dihubungkan dengan sebuah cincin belah. Kedua cincin belah itu dibuat sedemikian rupa sehingga berdiri tegak lurus bidang gelung. Cincin belah ini berfungsi sebagai penukar arus yang sering disebut komutator. Komutator berputar bersama gelung. Pada tiap belah cincin menempel sebatang grafit yang disebut sikat. Sikat-sikat ini tidak berputar. Selama komutator berputar, sikat selalu menempel pada salah satu cincin belah.

Arus listrik akan mengalir ke sikat, cincin belah, dan terus ke kumparan. Akibatnya pada kumparan terjadi medan magnet. Kutub utara kumparan akan bergerak ke kutub selatan dan kutub selatan akan bergerak ke kutub utara magnet sehingga kumparan sejajar dengan US. Pada keadaan demikian cincin belah akan membalikkan arah arus listrik, sehingga kutub magnet pada kumparan akan membalik dan akan tolak-menolak dengan kutub magnet. Dengan demikian, kumparan akan selalu bergerak.

Agar perputaran tidak tersendat-sendat, kumparan dibuat lebih dari satu. Pada prakteknya, kumparan terdiri atas banyak lilitan dan menyebabkan putaran motor menjadi lebih kuat sehingga mampu melakukan pekerjaan-pekerjaan yang lebih berat. Magnet yang digunakan pun berupa magnet listrik.



Sumber: Ilustrator

Gambar: 8.9 Skema motor listrik

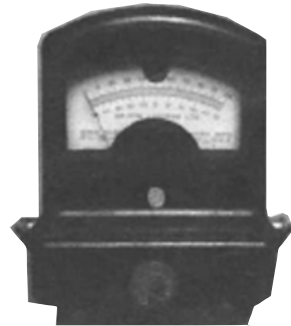
## 6. Alat Pengukur Listrik

Salah satu jenis alat pengukur listrik yang banyak digunakan ialah alat ukur listrik jenis kumparan berputar atau yang lebih dikenal dengan nama galvanometer.

Pada dasarnya, alat ini terdiri atas sebuah magnet ladam yang ruang di antara kutub-kutubnya berbentuk silinder. Di antara kedua kutub terdapat inti besi lunak dan kutub magnet terdapat kumparan yang dapat berputar bersama dua batang poros. Pada setiap poros dipasang pegas spiral.

Saat kumparan tak berarus, pegas spiral mengatur letak jarum sehingga menunjukkan skala nol. Pada keadaan ini bidang kumparan sejajar medan magnet. Kumparan dikendalikan oleh pegas spiral sedemikian sehingga besar sudut putaran jarum sebanding dengan arus yang mengalir. Semakin besar arus semakin besar sudut putarannya. Jarum menyimpang dengan sudut putaran maksimum  $90^\circ$ .

Sumber: Ensiklopedi



Gambar: 8.10 Alat pengukur listrik (galvanometer)

## C. Induksi Elektromagnetik

### Tujuan Sub Kompetensi

Setelah mempelajari sub bab ini diharapkan Kamu mampu menerapkan konsep induksi elektromagnetik untuk menjelaskan prinsip kerja beberapa alat yang memanfaatkan prinsip induksi elektromagnetik.

Setelah Oersted berhasil menemukan bahwa arus listrik dapat menghasilkan medan magnet, maka Michael Faraday (1791-1867) seorang ilmuwan dari Jerman bertanya-tanya dapatkah medan magnet menghasilkan arus listrik?

Termotivasi hal tersebut, kemudian Faraday pada tahun 1822 memulai melakukan percobaan-percobaan. Setelah kurang lebih 9 tahun, barulah ia mendapatkan jawabannya yaitu pada tahun 1831 ia berhasil membangkitkan arus listrik dengan menggunakan medan magnet.

Bagaimana cara membangkitkan arus listrik dengan menggunakan medan magnet? Coba kamu lakukan percobaan berikut ini!

## Kegiatan Laboratorium

### Tujuan:

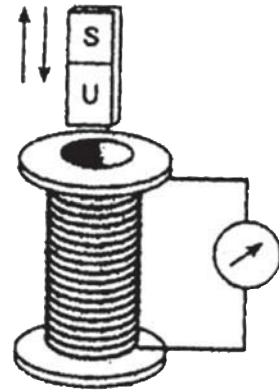
Membangkitkan arus listrik dengan medan magnet.

### Alat dan Bahan

1. Kumparan
2. Galvanometer
3. Magnet batang yang kuat

### Langkah Kerja

1. Hubungkan ujung-ujung kumparan dengan galvanometer seperti terlihat pada gambar di bawah!
2. Gerakkan salah satu kutub magnet ke dalam kumparan. Perhatikan apa yang terjadi pada jarum galvanometer?
3. Simpan magnet di dalam kumparan, bergerakkah jarum galvanometer?
4. Tarik magnet ke luar dari kumparan. Apa yang terjadi pada jarum galvanometer?
5. Sekarang gerakkan magnet tersebut keluar masuk kumparan berulang kali. Apa yang terjadi?
6. Buatlah kesimpulan berdasarkan pengamatanmu!



Coba kamu bandingkan kesimpulanmu dengan pembahasan berikut! Apa sebabnya jarum galvanometer menyimpang? Jarum galvanometer bergerak menyimpang ketika magnet dimasukkan ke dalam kumparan dan akan menyimpang ke arah berlawanan ketika magnet tersebut ditarik keluar dari kumparan.

Pada saat magnet bergerak terhadap kumparan, pada ujung-ujung kumparan timbul tegangan listrik dan pada penghantar timbul arus listrik. Peristiwa tersebut dinamakan induksi elektromagnetik. Tegangan yang dihasilkan disebut tegangan induksi dan arus listrik yang dihasilkan disebut arus induksi.

Pada saat magnet batang digerakkan keluar masuk kumparan, tegangan induksi yang ditimbulkannya merupakan tegangan bolak-balik atau lebih dikenal sebagai AC (*alternating current*).

Michael Faraday telah dapat menjelaskan penyebab peristiwa tersebut. Kamu tentu masih ingat bahwa di sekitar magnet terdapat medan magnet yang berupa garis gaya magnet. Pada saat magnet dimasukkan ke dalam kumparan, jumlah garis gaya magnet yang memasuki kumparan akan semakin banyak dan jarum galvanometer bergerak ke kanan. Pada saat magnet dikeluarkan dari kumparan, jumlah garis gaya magnet dalam kumparan berkurang dan jarum galvanometer bergerak ke kiri. Berdasarkan analisis di atas, dapat disimpulkan sebagai berikut.

Tegangan induksi pada kumparan timbul akibat adanya perubahan banyaknya garis gaya magnetik yang masuk ke dalam kumparan ataupun yang keluar dari kumparan.

Besar kecilnya tegangan induksi pada kumparan bergantung pada hal-hal berikut:

1. Jumlah lilitan kumparan. Semakin banyak jumlah lilitan kumparan, semakin besar tegangan induksi yang dihasilkan.
2. Kecepatan perubahan jumlah garis gaya magnet yang masuk ke dalam kumparan. Semakin cepat magnet digerakkan, semakin besar tegangan induksi yang dihasilkan.
3. Kekuatan magnet. Semakin kuat magnet yang digunakan semakin besar tegangan induksi yang dihasilkan.

Besar tegangan induksi sebanding dengan kecepatan perubahan banyaknya garis gaya dan sebanding pula dengan jumlah lilitan kumparan. Juga sebanding dengan besarnya kekuatan magnet.

Beberapa peralatan yang prinsip kerjanya memanfaatkan prinsip induksi elektromagnetik, antara lain: generator dan transformator.

### **1. Generator**

Telah dibahas sebelumnya bahwa: jika kutub-kutub magnet digerakkan di dekat kumparan, atau sebaliknya jika kumparan digerakkan di dekat kutub-kutub magnet, maka akan menimbulkan arus induksi dalam kumparan itu. Pada peristiwa ini telah terjadi perubahan energi gerak menjadi energi listrik.



Berdasarkan konsep di atas dapat dibuat alat yang digunakan untuk mengubah energi gerak menjadi energi listrik. Alat yang digunakan untuk mengubah energi gerak menjadi energi listrik disebut generator atau dinamo.

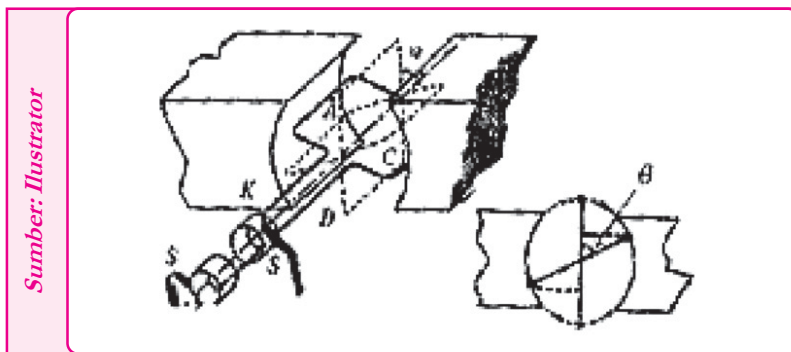
Generator dibedakan menjadi 2, yaitu:

- Generator yang menghasilkan gaya gerak listrik induksi bolak-balik disebut generator arus bolak-balik.
- Generator yang menghasilkan gaya gerak listrik induksi searah disebut dengan generator arus searah.

#### **a. Generator Arus Bolak-Balik**

Generator arus bolak-balik terdiri atas sebuah kumparan dan sepasang kutub magnet kuat, dua buah cincin geser dan dua buah sikat penyambung arus.

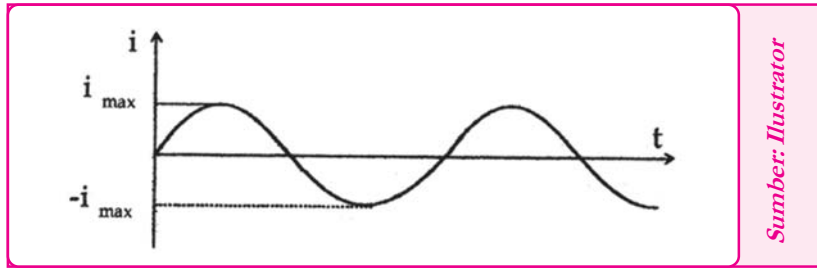
Perhatikan di bawah, tiap ujung kawat kumparan dihubungkan pada sebuah cincin-cincin tersebut. Pada tiap cincin geser menempel pada sebuah sikat penyambung arus.



*Gambar: 8.11 Skema generator*

Bila kumparan diputar, maka dalam kumparan akan timbul gaya gerak listrik bolak-balik. Gaya gerak listrik bolak-balik ini jika dihubungkan dengan rangkaian luar, maka akan mengalir arus melalui kedua sikat secara bergantian, yaitu: mula-mula arus keluar melalui sikat pertama, sesaat kemudian melalui sikat kedua, sesaat kemudian melalui sikat pertama lagi, sesaat kemudian melalui sikat kedua lagi, demikian seterusnya sehingga dihasilkan arus induksi yang arahnya bolak-balik. Arus yang arahnya bolak-balik semacam ini disebut dengan arus bolak-balik, yang biasa disebut arus AC berasal dari bahasa Inggris Alternating Current.

Arus bolak-balik ini jika digambar dengan grafik terhadap waktu adalah sebagai berikut.



*Gambar: 8.12 Grafik arus bolak-balik*

Dari gambar di atas keadaan arus pada saat tertentu di atas garis mendatar dan saat berikutnya di bawah garis mendatar, demikian seterusnya. Inilah yang menunjukkan bahwa arah arus itu bolak-balik.

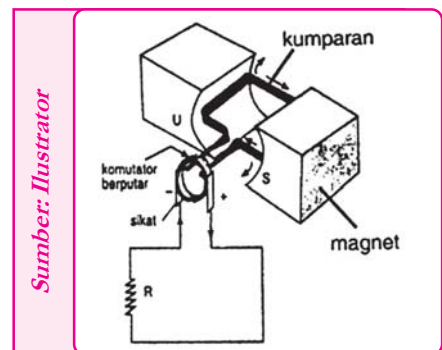
Bagian generator yang bergerak (berputar) disebut rotor, dan bagian yang diam (tidak berputar) disebut stator. Pada gambar generator di atas, sebagai rotornya kumparan ( jangkar), dan statornya sepasang magnet.

Untuk generator pembangkit tenaga listrik yang besar-besar menggunakan lebih dari satu magnet sebagai rotor dan susunan kumparan-kumparan sebagai stator

Arus bolak-balik banyak sekali digunakan antara lain untuk listrik di rumah-rumah pabrik-pabrik dan kantor-kantor.

### ***b. Generator Arus Searah***

Generator arus searah pada prinsipnya sama dengan generator arus bolak-balik. Perbedaannya hanya menggunakan satu cincin yang dibelah menjadi dua, perhatikan gambar di bawah ini!

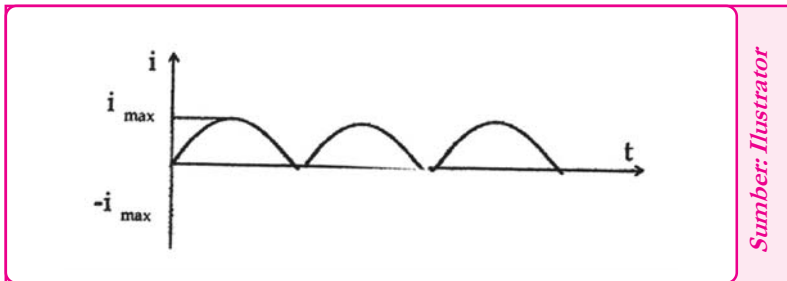


*Gambar: 8.13 Generator arus searah*

Generator ini menghasilkan gaya gerak listrik induksi searah. Jika dihubungkan dengan rangkaian luar, maka arus akan mengalir melalui salah satu sikat. Yaitu pada awal melalui sikat pertama, waktu berikutnya melalui sikat pertama lagi

demikian seterusnya arus selalu melalui sikat pertama, sehingga arus yang dihasilkan berupa arus searah.

Arus searah biasa disebut arus DC berasal dari bahasa Inggris Direct Current. Arus searah ini ditunjukkan dengan grafik seperti terlihat pada gambar di bawah.



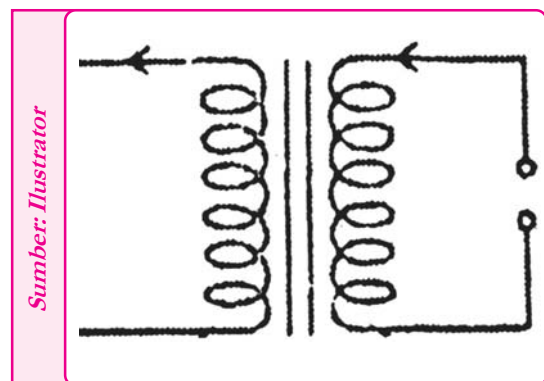
*Gambar: 8.14 Grafik arus searah*

Dari gambar di atas terlihat bahwa grafik arus selalu di atas garis, tidak pernah di bawah garis mendatar. Hal inilah yang menunjukkan bahwa arah arus itu searah.

## 2. Transformator

Dalam kehidupan sehari-hari transformator lebih dikenal dengan istilah trafo, yaitu alat yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan listrik bolak-balik dengan cara induksi.

Skema trafo dapat dilihat pada gambar berikut ini, coba kamu perhatikan.



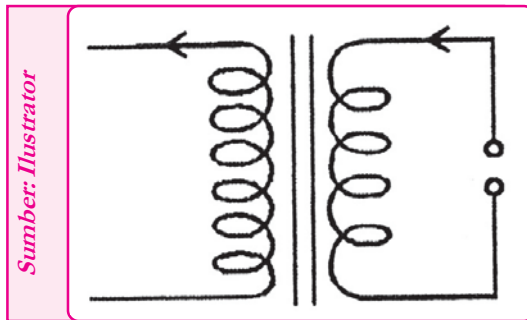
*Gambar: 8.15 Skema trafo*

Bagian-bagian utama trafo yaitu:

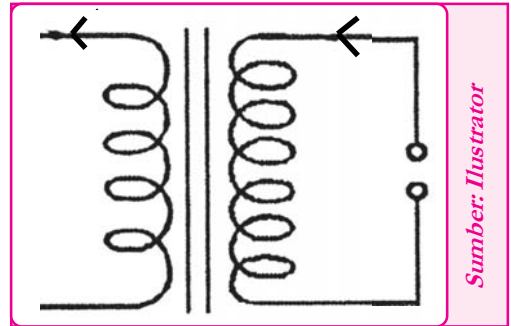
- a. Kumparan primer ( $n_p$ ) yang dihubungkan dengan sumber tegangan primer.
- b. Kumparan sekunder ( $n_s$ ) yang dihubungkan dengan sumber tegangan sekunder.
- c. Inti besi lunak yang berfungsi untuk memperkuat garis-garis gaya magnetik yang dihasilkan oleh kumparan primer.

Transformator yang digunakan untuk memperbesar tegangan disebut trafo penaik atau trafo step-up. Transformator yang digunakan untuk memperkecil tegangan disebut trafo penurun atau trafo step down.

Amati transformator step-up dan step-down pada gambar di bawah ini. Apa perbedaannya?



*Gambar: 8.16 a. Trafo step-up*



*b. Trafo step-down*

Pada trafo step-up jumlah lilitan primer lebih sedikit daripada jumlah lilitan sekunder. Pada trafo step-down, jumlah lilitan primer lebih banyak daripada jumlah lilitan sekunder.

Jika lilitan pimer lebih banyak daripada lilitan sekunder dan kumparan primer dihubungkan dengan catudaya yang menghasilkan tegangan bolak-balik, maka tegangan yang timbul pada kumparan sekunder akan turun.

Demikian juga jika lilitan primer lebih sedikit daripada lilitan sekunder dan kumparan primer dihubungkan dengan sebuah catudaya, maka tegangan yang timbul pada kumparan sekunder akan naik. Besarnya tegangan sekunder bergantung pada perbandingan jumlah lilitan primer dengan lilitan sekunder.

Perbandingan antara tegangan primer dan tegangan sekunder sama dengan perbandingan antara jumlah lilitan primer dan jumlah lilitan sekunder. Hubungan tersebut dapat secara matematis dituliskan sebagai berikut.

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{n_s}{n_p}$$

Dimana:

$V_p$  = tegangan primer (Volt)

$V_s$  = tegangan sekunder (Volt)

$n_p$  = jumlah lilitan primer

$n_s$  = jumlah lilitan sekunder

Dari persamaan tersebut di atas dapat dikatakan bahwa perbandingan tegangan sebanding dengan perbandingan jumlah lilitan.

Apabila arus yang mengalir pada kumparan primer adalah  $I_p$  dan arus yang mengalir pada kumparan sekunder  $I_s$  maka dalam waktu  $t$  sekon energi yang masuk pada kumparan primer adalah  $V_p \cdot I_p \cdot t$  joule dan jumlah energi yang keluar dari kumparan sekunder adalah  $V_s \cdot I_s \cdot t$  joule.

Jika dianggap tidak ada energi yang hilang dalam trafo, maka akan berlaku:

$$\begin{aligned} V_p I_p t &= V_s I_s t \\ V_p I_p &= V_s I_s \end{aligned}$$

sehingga

$$I_p : I_s = V_s : V_p$$

atau dapat pula ditulis

$$I_p : I_s = N_s : N_p$$

Dimana:

$I_p$  = kuat arus primer (A)

$I_s$  = kuat arus sekunder (A)

$V_p$  = tegangan primer (V)

$V_s$  = tegangan sekunder (V)

$N_p$  = banyak lilitan primer

$N_s$  = banyak lilitan sekunder

Dari persamaan di atas dapat diartikan secara fisis bahwa: Perbandingan antara kuat arus primer dengan kuat arus sekunder sama dengan perbandingan antara kumparan sekunder dengan kumparan primer

### Contoh Soal

1. Sebuah trafo digunakan untuk mengubah tegangan bolak-balik 220 Volt menjadi 110 Volt. Jumlah lilitan kumparan primernya 1200. berapa jumlah lilitan kumparan sekunder?

#### Penyelesaian

Diketahui :

$$V_p = 220 \text{ Volt}$$

$$V_s = 110 \text{ Volt}$$

$$n_p = 1200$$

Ditanya:  $n_s$ ?

**Jawab :**

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{n_s}{n_p}$$

$$\frac{110}{220} = \frac{n_s}{1200}$$

$$n_s = \frac{1200}{2} = 600$$

2. Sebuah trafo pada radio tertulis tegangan primernya 220 Volt, tegangan sekundernya 22 Volt. Arus maksimum kumparan sekundernya 500 mA. Jika dianggap selama bekerja energi pada trafo tidak ada yang hilang, maka hitunglah besarnya arus pada kumparan primer!

#### Penyelesaian

Diketahui:

$$V_p = 220 \text{ Volt}$$

$$V_s = 22 \text{ Volt}$$

$$I_s = 500 \text{ mA}$$

Ditanya:  $I_p$ ?

**Jawab:**

$$I_p : I_s = V_s : V_p$$

$$I_p : 500 \text{ mA} = 22 \text{ Volt} : 220 \text{ Volt}$$

$$I_p = \frac{22 \text{ Volt}}{220 \text{ Volt}} 500 \text{ mA}$$

$$= \frac{500 \text{ mA}}{10}$$

$$= 50 \text{ mA}$$

### *Efisiensi Transformator*

Apabila kamu memanaskan air, apakah sama antara jumlah air sebelum dipanaskan dan sesudah dipanaskan? Tentu tidak sama, mengapa demikian? Karena sebagian air akan menjadi uap air yang menghasilkan energi panas.

Demikian pula halnya yang terjadi pada trafo. Energi listrik yang keluar dari trafo akan lebih kecil daripada energi yang masuk ke dalam trafo. Perbedaan tersebut akibat adanya perubahan energi listrik menjadi energi panas. Energi panas berupa kalor ini tidak dapat dihindarkan dan akan selalu ada setiap kali trafo menghasilkan energi listrik. Terbukti bila trafo diraba akan terasa hangat. Peristiwa tersebut dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\text{Energi listrik masuk} = \text{energi listrik keluar} + \text{kalor}$$

Sebagaimana dikemukakan sebelumnya, daya listrik yang masuk sama dengan daya yang keluar dari trafo, berarti trafo tidak mengubah daya listrik. Akan tetapi pada kenyataannya energi yang masuk tidak sama dengan energi yang keluar, berarti daya yang masuk tidak sama dengan daya yang keluar. Perbandingan antara daya keluaran dengan daya masukan yang dinyatakan dalam persen disebut efisiensi transformator ditulis dengan  $\eta$ , dan dituliskan dengan rumus:

$$\eta = \frac{P_s}{P_p} \times 100\% \text{ atau } \eta = \frac{V_s I_s}{V_p I_p} \times 100\%$$

Dimana:

$\eta$  = efisiensi transformator

$V_s$  = tegangan sekunder (V)

$V_p$  = tegangan primer (V)

$I_p$  = kuat arus primer (A)

$I_s$  = kuat arus sekunder (A)

Apabila energi listrik yang berubah menjadi kalor sebesar 10% dari energi masukan, maka efisiensi trafonya 90%.

### Contoh Soal

1. Sebuah transformator dengan lilitan kumparan primernya 2000 dan lilitan kumparan sekundernya 1000 mempunyai efisiensi 80%. Daya yang dipasang pada kumparan primer 3000 Watt. Hitunglah daya pada kumparan sekunder!

Penyelesaian

Diketahui :

$$n_p = 2000$$

$$N_s = 1000$$

$$\eta = 80\%$$

$$P_p = 3000 \text{ Watt}$$

Ditanya :  $P_s$ ?

**Jawab:**

$$\frac{P_s}{P_p} = \eta$$

$$\frac{P_s}{3000 \text{ Watt}} = 80\%$$

$$\begin{aligned} P_s &= 3000 \text{ Watt} \cdot \frac{80}{100} \\ &= 240 \text{ Watt} \end{aligned}$$

2. Sebuah transformator step-up mengubah tegangan 40 Volt menjadi 300 Volt. Jika efisiensi transformator itu 90% dan kumparan sekunder dihubungkan dengan alat listrik 300 Volt, 90 Watt, maka hitunglah!
  - a. Daya pada kumparan primernya?
  - b. Kuat arus pada kumparan primernya?

**Penyelesaian**

Diketahui :

$$V_p = 40 \text{ Volt}$$

$$V_s = 300 \text{ Volt}$$



$$\eta = 90\%$$

$$P_s = 90 \text{ Watt}$$

Ditanya :

a.  $P_s = \dots?$

b.  $i = \dots?$

**Jawab :**

a.  $\eta = \frac{P_s}{P_p}$

$$90 \% = \frac{90 \text{ Watt}}{P_p}$$

$$P_p = 90 \text{ Watt} \cdot \frac{100}{90}$$

$$P_p = 100 \text{ Watt}$$

b.  $P_p = V_p \cdot I_p$

$$I_p = \frac{P_p}{V_p}$$

$$I_p = \frac{100 \text{ Watt}}{40 \text{ Volt}}$$

$$I_p = 2,5 \text{ Ampere}$$

## Rangkuman

1. Benda-benda yang ditarik magnet dengan gaya yang kuat disebut bahan ferromagnetik. Benda-benda yang ditarik dengan gaya yang lemah oleh magnet disebut bahan paramagnetik. Benda-benda yang ditolak oleh magnet disebut bahan diamagnetik.
2. Kutub magnet yang menunjuk arah utara disebut kutub utara, kemudian diberi tanda **U** dan yang menunjuk arah selatan disebut kutub selatan, kemudian diberi tanda **S**.
3. Dua kutub magnet yang sejenis tolak-menolak, sedangkan dua kutub magnet yang tidak sejenis tarik-menarik.

4. Medan magnet adalah ruangan di sekitar benda-benda yang bersifat magnet, sehingga masih terasa adanya gaya magnet.
5. Ada tiga cara untuk membuat magnet yaitu: dengan cara menggosok, cara induksi, dan menggunakan arus listrik.
6. Penggunaan magnet dalam produk teknologi antara lain: alat pengangkat besi, bel listrik, relai, telepon, motor listrik, dan galvanometer.
7. Induksi elektromagnetik adalah peristiwa timbulnya tegangan listrik pada penghantar karena pengaruh medan magnet yang berubah.
8. Besar tegangan induksi pada kumparan sebanding dengan kecepatan perubahan banyaknya garis medan dan sebanding pula dengan jumlah lilitan.
9. Peralatan yang prinsip kerjanya memanfaatkan induksi elektromagnetik diantaranya yaitu generator dan transformator (trafo).
10. Perbandingan antara tegangan primer dan tegangan sekunder sama dengan perbandingan antara jumlah lilitan primer dan jumlah lilitan sekunder. Secara matematis ditulis:

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{n_s}{n_p}$$

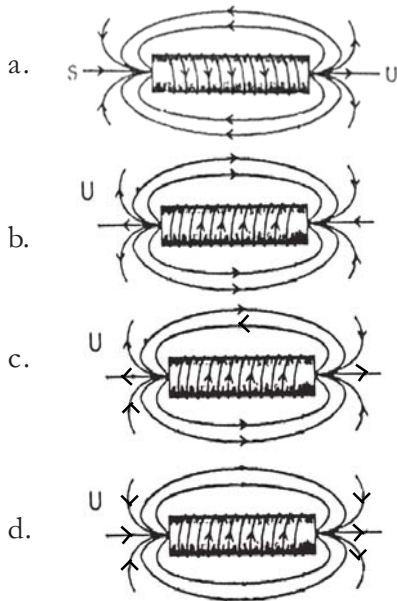
### Proyek

Carilah referensi buku-buku yang membahas tentang magnet di perpustakaan sekolahmu. Dari referensi buku-buku tersebut dan dari materi yang telah kamu pelajari, coba buatlah tulisan ilmiah tentang magnet.

**A. Pilih salah satu jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda (x) pada huruf a, b, c, atau d!**

1. Bahan-bahan yang dapat ditarik magnet dengan gaya kuat disebut ....
  - a. paramagnetik
  - b. diamagnetik
  - c. ferromagnetik
  - d. elektromagnetik
2. Besi mudah dijadikan magnet, sebab ....
  - a. magnet-magnet elementer pada besi sukar berputar dan mudah di atur
  - b. magnet-magnet elementer pada besi mudah berputar dan sukar di atur
  - c. magnet-magnet elementer pada besi mudah berputar dan mudah di atur
  - d. magnet-magnet elementer pada besi sukar berputar dan sukar di atur
3. Serbuk-serbuk besi yang ditaburkan pada sebuah magnet batang hanya melekat pada ujung-ujungnya saja, sebab ....
  - a. penaburan serbuk besi kurang merata
  - b. magnet memiliki dua kutub
  - c. bagian tengah magnet netral
  - d. medan magnet batang lemah
4. Ruang di sekitar magnet yang masih dipengaruhi adanya gaya magnet disebut ....
  - a. kutub magnet
  - b. garis gaya magnet
  - c. medan magnet
  - d. Kuat medan magnet

5. Serbuk besi yang diletakan di atas karton, jika dipengaruhi magnet maka....
  - a. akan membentuk garis-garis gaya
  - b. akan membentuk garis-garis lengkung
  - c. serbuk besi tetap membentuk pola
  - d. tidak berbentuk apapun
6. Gambar manakah yang menunjukkan arah garis gaya yang benar .....



7. Membuat magnet dapat dilakukan dengan cara berikut, *kecuali* ....
  - a. cara menggosok
  - b. cara induksi
  - c. menggunakan arus listrik
  - d. cara memukul-mukulkan
8. Fungsi elektromagnet pada bel listrik adalah .....
  - a. untuk mengubah sumber bunyi
  - b. pemutus dan penyambung arus
  - c. sebagai sumber energi bel listrik
  - d. menarik jangkar besi lunak

9. Arus induk terjadi apabila ....
- magnet diletakan dalam kumparan
  - kumparan diletakan berdampingan dengan magnet
  - kumparan diletakan dalam medan magnet
  - kutub magnet digerak-gerakan didekat kumparan
10. Generator merupakan alat untuk ....
- mengubah energi listrik menjadi energi gerak
  - mengubah energi gerak menjadi energi listrik
  - mengubah energi listrik menjadi energi kalor
  - mengubah energi kalor menjadi energi listrik
11. Berikut ini merupakan ciri transformator penaik tegangan, ....
- jumlah lilitan primer lebih banyak dibanding lilitan sekunder
  - jumlah lilitan primer lebih sedikit dibanding lilitan sekunder
  - jumlah lilitan primer sama dengan lilitan sekunder
  - daya listrik pada lilitan sekunder lebih besar dibanding pada lilitan primer
12. Fungsi utama transformator step-down adalah ....
- menurunkan arus AC
  - menurunkan daya listrik
  - menurunkan tegangan AC
  - mengubah arus AC menjadi DC
13. Sebuah transformator digunakan untuk mengubah tegangan AC 220V menjadi 110 V, apabila jumlah lilitan primernya 500, maka berapa jumlah lilitan sekundernya ....
- 250
  - 500
  - 750
  - 1000

14. Sebuah transformator memiliki lilitan primer 150 dan lilitan sekunder 50. jika kuat arus sekunder 300 mA, maka kuat arus primernya....
- 100 mA
  - 150 mA
  - 600 mA
  - 900 mA
15. Transformator mempunyai lilitan kumparan primernya 1000 dan lilitan kumparan sekundernya 500 mempunyai efisiensi 75%. Apabila daya yang dipasang pada kumparan primernya 1500 watt, maka daya yang dikeluarkan pada kumparan sekunder, ....
- 1000 watt
  - 1125 watt
  - 1250 watt
  - 1500 watt

**B. Jawablah soal-soal berikut dengan teliti dan benar!**

- Berikanlah 3 contoh benda-benda yang termasuk bahan magnet dan non magnet!
- Sebutkan tiga cara pembuatan magnet! Cara manakah yang paling efisien menghasilkan magnet yang kuat?
- Sebutkan tiga hal yang mengakibatkan hilangnya sifat kemagnetan suatu bahan!
- Sebutkan alat-alat yang menggunakan prinsip elektromagnetik dan jelaskan cara kerja masing-masing!
- Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya tegangan induksi!
- Sebuah transformator mempunyai jumlah kumparan primer 1000 lilitan, dan jumlah kumparan sekunder 200 lilitan. Pada kumparan primer diberi tegangan 600 V, berapa volt tegangan yang melewati kumparan sekunder?

7. Transformator tegangan primernya 110 V dan tegangan sekundernya 11 V. Arus primer yang mengalir 0,5 A, bila transformator mempunyai efisiensi 80%, maka hitunglah arus sekundernya!
8. Sebuah transformator dengan lilitan kumparan primernya 1500 dan lilitan kumparan sekundernya 300 mempunyai efisiensi 90%. Daya yang dipasang pada kumparan primer 3000 watt dengan kuat arus 3 A, tentukan:
  - a. daya kumparan sekunder!
  - b. kuat arus sekunder!
  - c. tegangan primer!
  - d. tegangan sekunder!

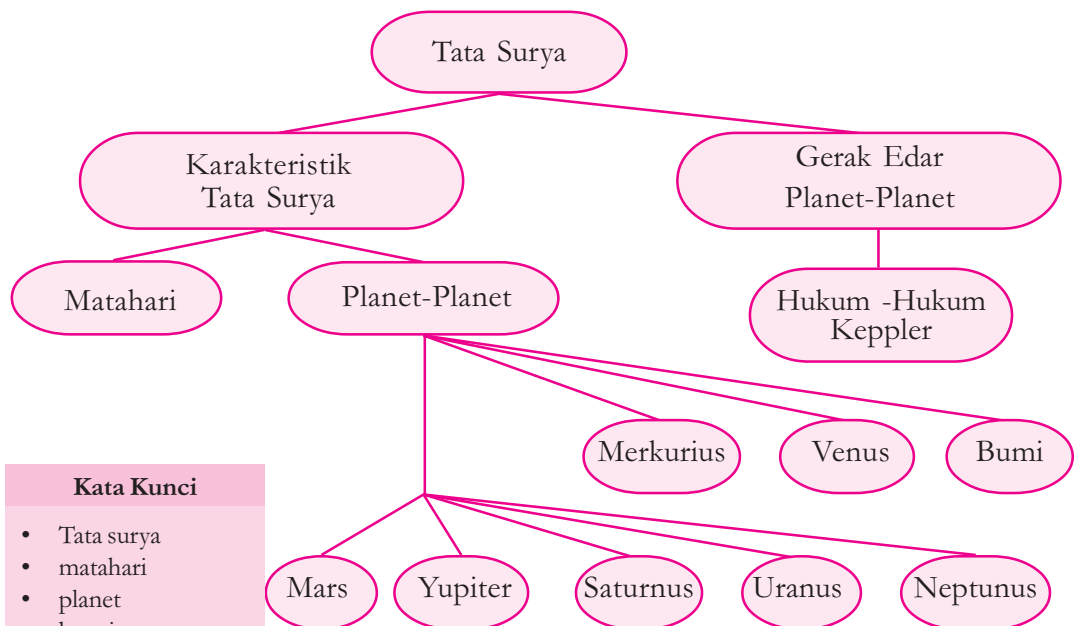
# Bab 9

## Tata Surya

### Tujuan Kompetensi

Setelah mempelajari bab ini diharapkan kamu mampu memahami sistem tata surya dan proses yang terjadi di dalamnya.

Untuk mengetahui garis besar bab ini, kamu perhatikan peta konsep di bawah ini!



### Kata Kunci

- Tata surya
- matahari
- planet
- bumi
- satelit





*Gambar: 9.1 Pemandangan langit pada malam hari.*

Pernahkah kamu duduk santai di lapangan pada malam hari yang cerah? Cobalah arahkan pandanganmu ke langit, apa yang kamu lihat? Kamu akan melihat di langit beribu-ribu bintang dengan cahayanya yang gemerlap. Kedudukan antara satu bintang terhadap bintang yang lain tampak selalu tetap dan terletak pada satu bidang. Bintang-bintang itu memancarkan cahaya sendiri. Mengapa pada malam hari yang cerah dapat dilihat bintang-bintang di langit? Apakah pada siang hari cahaya bintang-bintang itu dikalahkan oleh cahaya matahari? Ya, sehingga bintang-bintang tidak tampak di langit. Kamu tahu bahwa matahari memancarkan cahaya sendiri, jadi matahari adalah sebuah bintang. Pada malam hari salah satu bintang yang tidak tampak adalah matahari.

Kadang-kadang terlihat benda-benda langit yang kedudukannya berpindah-pindah di antara bintang yaitu planet. Planet tidak memancarkan cahaya sendiri dan tidak memantulkan cahaya. Planet disebut juga benda langit yang beredar. Apakah karakteristik dari planet-planet tersebut? Silahkan kamu ikuti pembahasan berikut.

## **A. Karakteristik Sistem Tata Surya**

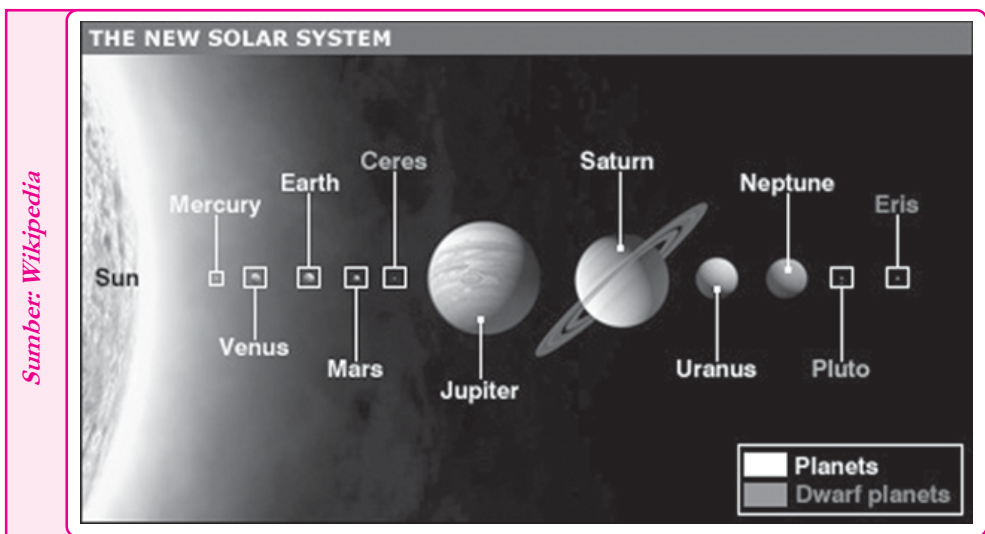
### **Tujuan Sub Kompetensi**

*Setelah mempelajari sub bab ini diharapkan Kamu mampu mendeskripsikan karakteristik sistem tata surya.*

Matahari dan kedelapan planetnya dinamakan tata surya. Sampai saat ini telah diketahui dan dikenal delapan buah planet, yaitu:

- |              |             |
|--------------|-------------|
| 1. Merkurius | 5. Jupiter  |
| 2. Venus     | 6. Saturnus |
| 3. Bumi      | 7. Uranus   |
| 4. Mars      | 8. Neptunus |

Panet-planet tersebut semuanya beredar mengelilingi matahari, sebagaimana pada gambar di bawah.



*Gambar: 9.2 Sistem tata surya*

Tata surya kita merupakan suatu sistem yang terdiri atas matahari sebagai pusat edar dan sembilan planet beredar mengelilinginya. Mengapa planet-planet dapat beredar mengelilingi matahari pada lintasan tertentu? Hal ini disebabkan adanya gaya gravitasi atau gaya tarik-menarik antara planet dengan matahari.

Jarak planet-planet terhadap matahari seperti pada tabel di bawah ini.

**Tabel: Jarak Kesembilan Planet terhadap Matahari**

No	Nama	Jarak Rata-rata dari Matahari (juta) km
1.	Merkurius	58
2.	Venus	108
3.	Bumi	150
4.	Mars	228
5.	Jupiter	778
6.	Saturnus	1427
7.	Uranus	2870
8.	Neptunus	4497

*Sumber: IPBA SMA*

#### Tugas Kelompok

Jika jarak antara matahari dan bumi dianggap sebagai satuan, berapa jarak antara matahari dan planet-planet lainnya? Coba kamu diskusikan dengan teman-temanmu!

Planet-planet tersebut beredar mengelilingi matahari. Garis edar lintasan planet disebut orbit. Peredaran planet mengelilingi matahari disebut revolusi. Waktu yang diperlukan oleh planet untuk melakukan sekali revolusi disebut kala revolusi. Kala revolusi bumi ditetapkan sebagai satuan, yaitu satu tahun cahaya. Kala revolusi planet-planet dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel: Kala Revolusi Planet-Planet**

Tata Surya	Kala Revolusi
Merkurius	88 hari
Venus	224,7 hari
Bumi	365,25 hari
Mars	687 hari1
Jupiter	1,9 tahun
Saturnus	29,5 tahun
Uranus	84 tahun
Neptunus	164,8 tahun

*Sumber: IPBA SMA*

Karena planet-planet itu beredar, maka planet-planet tersebut mempunyai bidang edar. Bidang edar kesembilan planet hampir berhimpitan satu sama lain. Bidang edar planet bumi disebut ekliptika.

Pada setiap saat hanya separuh bola planet yang terkena sinar matahari. Bagian planet yang mendapat cahaya akan mengalami siang, sedangkan yang separuh lagi tidak mendapat cahaya akan mengalami malam. Demikian juga bumi mengalami pergantian siang dan malam. Hal ini menunjukkan bahwa planet berputar pada sumbunya. Perputaran planet mengelilingi sumbunya disebut rotasi. Waktu yang diperlukan planet berputar pada sumbunya untuk satu kali rotasi disebut kala rotasi. Kala rotasi planet-planet berbeda-beda. Kala rotasi dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel: Kala Rotasi Matahari dan Planet-Planet**

Tata Surya	Kala Rotasi
Matahari	25,38 hari
Bulan	27,32 hari
Merkurius	59 hari
Venus	244 hari
Bumi	23 jam 56 menit
Mars	24 jam 37 menit
Jupiter	9 jam 50 menit
Saturnus	10 jam 14 menit
Uranus	10 jam 49 menit
Neptunus	15 jam 48 menit

*Sumber: IPBA SMA*

Diantara matahari dan kesembilan planetnya ternyata matahari lah yang mempunyai massa paling besar. Perbandingan massa planet dibandingkan dengan massa bumi (massa bumi dianggap = 1) dapat kamu lihat pada tabel di bawah. Massa bumi sebenarnya  $6,6 \times 10^{24}$  kg.

**Tabel: Perbandingan Massa Planet dengan Massa Bumi**

Tata Surya	Massa bumi = 1
Matahari	332.488.000
Merkurius	0,053
Venus	0,815
Mars	0,108
Jupiter	317,900
Saturnus	95,220
Uranus	14,550
Neptunus	17,230

*Sumber: IPBA SMA*

### **Tugas Kelompok**

Hitunglah massa matahari dan planet-planetnya berdasarkan tabel di atas dengan massa bumi sebenarnya  $6,6 \times 10^{24}$  kg. Buatlah tabelnya!

### **Anggota Tata Surya Yang Lain**

#### **Satelit**

Selain planet-planet, yang termasuk anggota tata surya yaitu satelit. Satelit beredar mengelilingi planetnya dan bersama-sama mengelilingi matahari.

Bumi mempunyai sebuah satelit, yaitu bulan. Jupiter mempunyai satelit sebanyak enam belas buah, sedangkan Mars dan Neptunus masing-masing mempunyai dua satelit. Uranus memiliki lima satelit dan Saturnus memiliki sembilan belas satelit. Pluto mempunyai satu satelit. Planet Merkurius dan Venus tidak memiliki satelit.

#### **Asteroid**



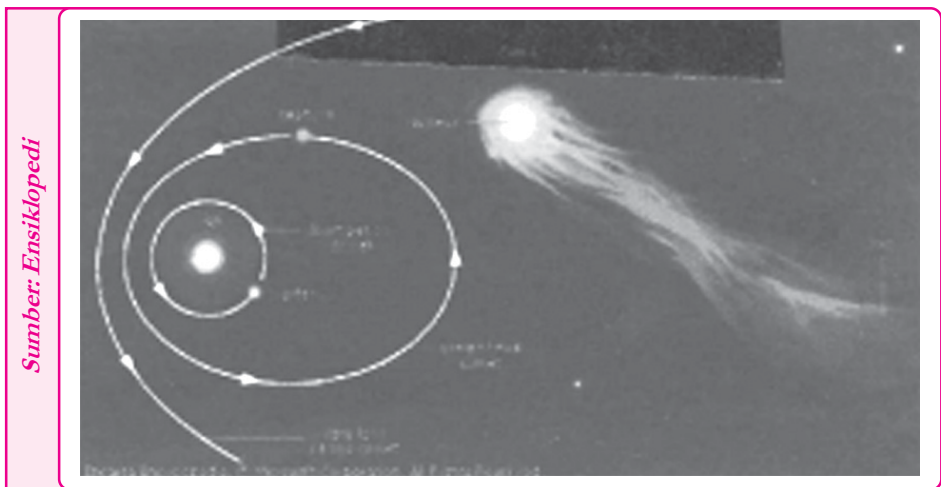
*Gambar : 9.3 Asteroid*

*Sumber: Wikipedia*

Asteorid yaitu planet-planet kecil yang mengelilingi matahari. Dapat juga disebut Asteroida atau Planetoida. Kebanyakan planet-planet kecil ini ditemukan di daerah yang terletak antara alur orbit planet Mars dan Jupiter. Diperkirakan bahwa jumlah Asteroida yang terdapat dalam alur ini sebanyak 40.000 sampai 50.000 buah. Massa total Asteroida  $2,4 \times 10^{21}$  sampai  $3 \times 10^{21}$  kg. Jumlah ini mendekati  $1/25$  kali massa bulan atau  $1/2500$  kali massa bumi.

### Komet

Selain planet-planet yang mengelilingi matahari, ada lagi benda langit yang disebut komet. Komet ini merupakan sebuah bintang yang makin hari makin panjang tampaknya dan kemudian menyerupai ekor bintang, sehingga disebut bintang berekor. Komet ini mengelilingi matahari dengan orbit yang sangat lonjong dilukiskan seperti pada gambar di bawah.



*Gambar: 9.4 Komet mengelilingi matahari*

Komet yang melintas dekat matahari dalam setiap abad, diperkirakan sebanyak seribu buah lebih. Dari sekian banyak itu hanya sedikit yang cukup terang, sehingga dapat dilihat dengan mata telanjang. Komet yang paling terkenal adalah Komet Halley yang melintas dekat matahari setiap 76 tahun dan pernah muncul pada tahun 1910 dan 1986. Diameter komet Halley kira-kira 5000 m. Komet mempunyai kepala dan ekor. Kepala terdiri atas inti dan koma. Inti merupakan pusat yang sangat terang, sedangkan koma merupakan bola gas dan debu yang mengelilingi inti. Ekor merupakan gas bercahaya yang terjadi jika komet lewat dekat matahari.

Sewaktu melewati matahari, panas matahari akan melelehkan es yang terkandung dalam komet. Pelelehan ini melepaskan gas dan debu yang kemudian memantulkan cahaya surya. Ekor akan membentang lurus jika komet masih agak jauh dari matahari. Semakin dekat ke matahari, maka ekor semakin panjang dan semakin jauh ke matahari, ekor meredup dan kemudian hilang.

Komet mempunyai dua jenis ekor, yaitu:

1. Ekor debu, kira-kira panjangnya 1 juta sampai 10 juta km,
2. Ekor plasma yang merupakan gas terionisasi dan sangat panas panjangnya mencapai 100 juta km.

Sebuah ekor komet dapat bervariasi bentuk dan besarnya, tetapi ujungnya selalu menjauhi matahari.

### Meteoroid



Sumber: Ensiklopedi

*Gambar: 9.5 Meteoroid*

Satelit maupun planet-planet tidak ada yang jatuh ke bumi. Tetapi ribuan benda kecil jagat raya memasuki angkasa bumi, bahkan ada yang sampai ke permukaan bumi. Sewaktu bergerak di angkasa akan terjadi gesekan sehingga timbul panas. Panas tadi menyebabkan benda kecil berpijar, sehingga lapisan terluar akan menguap dan habis sebelum sampai di permukaan bumi.

Cahaya pijar itu dapat kita lihat pada malam hari, memberikan kesan seakan-akan bintang jatuh atau berpindah. Benda langit seperti itu dinamakan meteor.

Kadang-kadang meteor besar tidak hancur selama perjalanannya melewati lapisan angkasa tetapi akan jatuh menimpa tanah. Batu angkasa luar ini dinamakan meteorid. Meteorid yang kecil mempunyai ukuran sebesar batu kerikil. Akan tetapi, meteorid yang besar dapat mempunyai massa beberapa ton dan menimbulkan kawah besar apabila menimpa permukaan bumi.

## B. Matahari Sebagai Bintang

### Tujuan Pembelajaran khusus

*Kamu mampu mendiskripsikan matahari sebagai bintang dan bumi sebagai salah satu planetnya.*

Bintang merupakan benda langit atau benda angkasa yang memancarkan energinya sendiri. Energi yang dipancarkan bintang ke segala arah dan sebagian kecil masuk ke bumi. Jadi, cahaya yang dikeluarkan oleh bintang berasal dari bintang itu sendiri. Matahari juga merupakan benda angkasa yang memancarkan energi sendiri sehingga cahaya matahari berasal dari matahari itu sendiri.

### Tugas Individu

Mengapa bintang-bintang kelihatan kecil dan matahari kelihatan besar?

#### 1. Unsur Penyusun Matahari dan Energi Matahari

Bahan apa sajakah yang menyusun matahari itu? Bagaimana energi matahari itu dihasilkan? Mengapa sampai begitu dasyatnya energi matahari dipancarkan ke bumi dan tidak ada habisnya?

Dari hasil penelitian para ahli, lebih dari 75% bagian matahari terdiri atas unsur hidrogen. Adapun unsur-unsur penyusun matahari secara lengkap terdapat pada tabel berikut ini.

*Sumber: IPBA SMA*

Unsur	Presentase dari Massa matahari (%)
Hidrogen (H)	76,4
Helium (He)	21,8
Oksigen (O)	0,8
Karbon (C)	0,4
Neon (Ne)	0,2
Besi (Fe)	0,1
Nitrogen (N)	0,1
Silikon (Si)	0,08
Magnesium (Mg)	0,07
Sulfur (S)	0,05
Nikel (Ni)	0,01



Matahari secara kejauhan terdiri atas campuran atom, gas dan partikel elementer. Dengan demikian, matahari menyerupai bola gas raksasa yang suhunya sangat tinggi. Suhu di pusat matahari diperkirakan  $15 \times 10^6$  K. mengapa suhunya hanya diperkirakan? Pengukuran suhu matahari secara langsung sampai saat ini belum dapat dilakukan para ahli karena sulitnya mendekati matahari.

Energi yang dihasilkan matahari yang membuat matahari memiliki suhu luar biasa panasnya berasal dari reaksi fusi. Apakah reaksi fusi itu? Reaksi fusi adalah reaksi penggabungan dua inti atom menjadi satu inti atom baru disertai pelepasan energi. Reaksi fusi yang terjadi di matahari adalah penggabungan empat inti hidrogen menjadi inti helium disertai pelepasan energi.

Dari hasil perhitungan, massa helium yang berbentuk lebih kecil apabila dibandingkan dengan jumlah massa hidrogen penyusun. Jadi, pada reaksi fusi terjadi penyusutan massa inti. Menurut Albert Einstein, massa dapat berubah menjadi energi yang dirumuskan

$$E = m.c^2$$

Dimana:

$E$  = energi (J)

$m$  = massa (kg)

$c$  = kecepatan cahaya =  $300.000.000$  m/s

Energi matahari diperoleh dari perubahan massa pada reaksi fusi yang terjadi di matahari. Sebagai contoh, jika 1 gram atom hidrogen diubah menjadi atom helium maka  $0,0072$  gram =  $0,0000072$  kg =  $7,2 \times 10^{-6}$  kg atom hidrogen itu berubah menjadi energi. Karena kecepatan cahaya di ruang hampa  $c = 3 \times 10^8$  m/s, energi yang terbentuk dari massa atom hidrogen ialah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} E &= 7,2 \times 10^{-6} \text{ kg} \times (3 \times 10^8 \text{ m/s})^2 \\ &= 7,2 \times 10^{-6} \text{ kg} \times 9 \times 10^{16} \text{ m}^2/\text{s}^2 \\ &= 64,8 \times 10^{10} \text{ kg/m}^2/\text{s}^2 \\ &= 64,8 \times 10^{10} \text{ joule} \end{aligned}$$

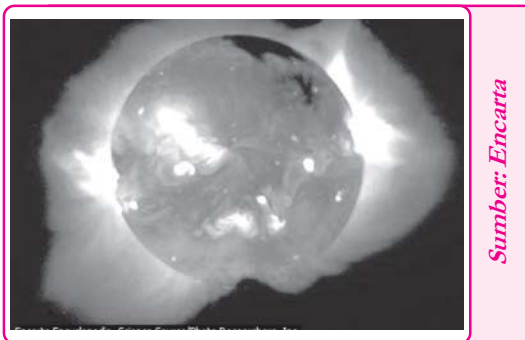
Dari contoh perhitungan itu, ternyata pada reaksi ini dapat dihasilkan energi yang sangat besar.

Dengan adanya perubahan massa menjadi energi, massa matahari terus berkurang. Jika demikian, apakah matahari tidak akan kehabisan energi? Setelah diperhitungkan, ternyata matahari kehilangan massa dan massa diubah menjadi energi sebesar  $5,6 \times 10^{27}$  kalori setiap menit. Apabila demikian, hilangnya massa pada reaksi fusi di matahari telah berubah menjadi energi.

Kedahsyatan energi itu dapat dirasakan dari bumi. Pada siang hari matahari dapat memancarkan cahaya putih menyilaukan. Hal ini pertanda bahwa suhu yang dipancarkan sangat tinggi. Padahal, jarak bumi ke matahari mendekati 150 juta km.

Panas matahari yang dirasakan di bumi, hanya sebagian kecil dari panas yang dipancarkan oleh matahari ke segala arah.

## 2. Lapisan Matahari



Sumber: Encarta

Bagaimanakah susunan lapisan matahari itu? Apakah suhu matahari bagian dalam sampai di permukaannya sama? Matahari yang kelihatan bulat apabila diamati dari bumi terdiri atas empat lapisan yaitu: inti, fotosfer, kromosfer, dan korona.

*Gambar: 9.6 Lapisan matahari*

### a. Inti

Inti yaitu bagian paling dalam dari bola matahari. Inti diperkirakan memiliki suhu 15 juta K. Dalam inti inilah proses reaksi fusi berlangsung.

### b. Fotosfer

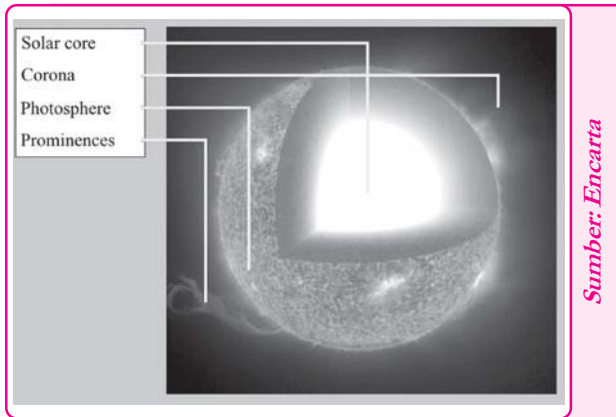
Fotosfer merupakan lapisan cahaya. Lapisan itulah yang dapat diamati dari bumi berwarna putih mengkilat menyilaukan. Lapisan itu tidak terlalu tebal. Fotosfer diperkirakan memiliki suhu bagian dalam 6.000 K. Apabila lapisan fotosfer diamati dengan teleskop berbentuk butiran-butiran kecil. Butiran itu merupakan massa dari bintik-bintik panas pada matahari.

### c. Kromosfer

Kromosfer yaitu lapisan yang berada di atas fotosfer. Lapisan itu disebut atmosfer matahari. Atmosfer matahari dikelompokkan menjadi dua. Bagian

dalam yang dekat dengan fotosfer disebut kromosfer atau bola warna. Pada kromosfer terlihat seperti cincin kecil yang menyala dengan sinar merah kuat. Kromosfer memiliki suhu lebih dari 10.000 K. Bagian luar disebut korona atau mahkota matahari.

#### d. Korona



Sumber: Encarta

Gambar: 9.7 Korona

Korona yaitu lapisan yang berada di atas atmosfer atau atmosfer matahari bagian luar. Korona memiliki suhu jauh lebih panas daripada kromosfer. Diperkirakan suhu korona mencapai 2.000.000 K. Korona dapat teramati pada saat terjadi gerhana matahari total.

### 3. Aktivitas Matahari



Sumber: Encarta

Gambar: 9.8 Noda matahari

#### a. Noda Matahari

Apakah matahari itu berotasi? Dapatkah kamu membuktikan bahwa matahari berotasi? Dengan teropong dapat terlihat binti-bintik gelap pada permukaan matahari, yang sering dinamakan noda matahari. Galileo Galilei merupakan orang yang pertama melihat noda matahari dengan menggunakan teropong.

Dengan penyelidikan lebih lanjut dinyatakan bahwa noda matahari merupakan daerah pada permukaan matahari yang suhunya  $1.500^{\circ}\text{C}$  lebih rendah daripada lingkungannya. Hal itu disebabkan oleh terhalangnya kepulan gas dari inti matahari akibat gangguan medan magnetik pada matahari.

Noda matahari sering terlihat berkelompok, tetapi lebih sering lagi berpasangan-pasangan. Diameternya berkisar antara 800 km sampai dengan 80.000

km. banyak diameter noda matahari yang lebih besar daripada diameter bumi. Dengan tampak dan hilangnya noda hitam pada matahari membuktikan bahwa matahari berotasi pada porosnya.

### **b. Granula**

Apakah permukaan matahari memiliki suhu yang sama? Dengan menggunakan teleskop yang dilengkapi filter, akan didapatkan bahwa di permukaan matahari terjadi gumpalan gas yang disebut granula. Granula itu terjadi diperkirakan karena adanya perbedaan suhu yang sangat besar antara daerah panas dan daerah dingin di permukaan matahari.

Gumpalan itu memiliki garis tengah ratusan kilometer dan bertahan hanya beberapa menit. Seolah-olah gumpalan itu berjalan. Pengaruh granula di bumi adalah terjadinya gangguan terhadap perubahan cuaca di bumi.

### **c. Lidah Api**

Dari permukaan matahari kadang menjulur lidah api yang sangat terang dan tingginya dapat mencapai ribuan kilometer. Apakah lidah api itu?

Lidah api yaitu massa yang memijar dan muncul di sekitar noda matahari. Lidah api terdiri atas proton dan elektron dari atom hidrogen. Kecepatannya mencapai ribuan km/sekon dan menuju ke segala arah. Lidah api yang menjulur dari permukaan matahari disebut prominensa.

## **4. Bumi Sebagai Salah Satu Planet**

### **a. Bentuk dan Ukuran Bumi**

Waktu matahari terbenam, gunung yang tinggi dan awan masih kelihatan terang, hal itu menunjukkan permukaan bumi lengkung. Demikian juga adanya bayang-bayang bumi pada bulan waktu gerhana bulan berbentuk lingkaran. Hal ini menunjukkan bukti bahwa bumi bulat.

Hasil pengamatan dari satelit buatan dan pesawat ruang angkasa menunjukkan bahwa bumi bulat. Bukti yang paling mutakhir yaitu gambar bumi hasil pemotretan dari pesawat Apollo. Pengukuran yang lebih teliti menunjukkan bahwa bumi tidak bulat benar, tetapi pepat di bagian kutub dan agak mengembung di khatulistiwa. Ukuran bumi

Diameter kutub	: 12.714 km
Diameter khatulistiwa	: 12.757 km
Keliling bumi	: 40.000 km
Massa bumi	: $6,6 \times 10^{24}$ kg

Volume bumi :  $1.083.132.717.333 \text{ km}^3$

Massa jenis bumi :  $5,5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

Luas permukaan bumi:  $5,1 \times 10^8 \text{ km}^2$

### **b. Gaya Tarik Bumi**

Ketika kamu melepaskan sebuah batu dari ketinggian tertentu, batu itu akan jatuh ke bumi. Peluru yang ditembakkan ke atas akhirnya akan jatuh lagi ke bawah. Mengapa demikian? Bagaimana seandainya sebuah batu dilepaskan di luar angkasa?

Sebuah benda jatuh ke bumi disebabkan benda itu ditarik oleh bumi. Dengan kata lain, benda tersebut dipengaruhi gaya tarik bumi atau gaya gravitasi bumi.

Benda-benda yang letaknya dekat permukaan bumi selalu dipengaruhi oleh gaya tarik bumi. Oleh karena itu, benda-benda tersebut selalu bergerak ke arah bumi. Akan tetapi, benda-benda yang jauh dari bumi tidak dipengaruhi gaya tarik bumi. Jadi, seandainya sebuah batu dilepaskan di luar angkasa, batu tersebut tidak akan jatuh ke bumi.

## **C. Gerak Edar Bumi, Bulan, dan Satelit Buatan**

### **Tujuan Sub Kompetensi**

*Setelah mempelajari sub bab ini diharapkan Kamu mampu mendiskripsikan gerak edar bumi, bulan dan satelit buatan serta pengaruh interaksinya.*

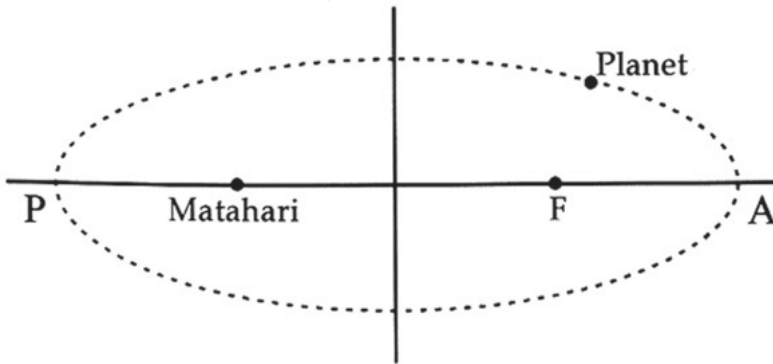
### **1. Hukum-Hukum Kepler**

Kepler adalah ilmuwan yang menyelidiki gerak planet dalam tata surya. Sebagai seorang ahli matematika, beliau condong mempelajari hal ini dalam cakupan matematik dimana gejala-gejala keteraturan dideteksi dari lintasan dan periodenya.

Kepler menemukan bahwa planet bergerak dengan kelajuan tidak konstan tetapi bergerak lebih cepat ketika dekat dengan matahari dibanding bila lebih jauh. Dengan menggunakan hubungan matematika yang tepat antara periode planet dan jarak rata-rata dari matahari ia berhasil memberikan kesimpulan dalam hukum-hukum tentang gerak planet, yang kemudian dikenal dengan hukum Kepler.

### Hukum I Kepler:

“Semua planet bergerak dalam orbit elips dengan matahari di salah satu fokusnya.”



Gambar: 9.9 Menunjukkan lintasan elips dari planet dengan matahari berada salah satu titik fokusnya (F). Titik P di mana planet paling dekat dengan matahari dinamakan Perihelium, sedangkan titik A jarak terjauh dinamakan aphelium.

### Hukum II Kepler:

“Garis yang menghubungkan tiap planet ke matahari menyapu luasan yang sama dalam waktu yang sama.”



Gambar 9.10 Menjelaskan hukum Kepler II. Pada waktu yang sama yaitu  $t$ , maka luasan OAB sama dengan luasan OCD. Sebuah planet bergerak lebih cepat ketika lebih dekat dengan matahari dibandingkan ketika lebih jauh.

### Hukum III Kepler

*“Kuadrat periode tiap planet sebanding dengan pangkat tiga jarak rata-rata planet dari matahari.”*

Hukum III Kepler menunjukkan hubungan antara periode dengan jarak rata-rata planet ke matahari. Jika  $r$  adalah jarak rata-rata antarplanet dan matahari, sedangkan  $T$  adalah periode revolusi planet, maka hukum III Kepler secara matematis dapat ditulis :

$$T^2 = Cr^3$$

Dengan  $C$  adalah konstan, dan  $r$  adalah jarak rata-rata planet-matahari.

## 2. Revolusi Bumi dan Pengaruhnya

Peredaran bumi mengelilingi matahari disebut revolusi. Revolusi bumi juga memenuhi hukum-hukum kepler di atas, karena bumi merupakan salah satu planet. Selama revolusi sumbu bumi condong atau miring dengan arah yang sama terhadap bidang ekuatorial, terbentuk sudut  $23,5^\circ$ ..

### Tugas Individu

Amatilah model tata surya yang ada di sekolahmu! Coba peragakan terjadinya revolusi bumi! Apakah saat revolusi sumbu bumi condong dengan arah yang sama dengan bidang ekuatorial?

### Pengaruh revolusi Bumi

Apakah pengaruh adanya revolusi bumi? Revolusi bumi dapat mengakibatkan hal-hal berikut.

#### a. Terjadinya Pergantian Musim

Selama beredar mengelilingi matahari, bumi mengalami keadaan yang berbeda, dan mengakibatkan terjadinya perubahan musim untuk tiap-tiap bagian belahan bumi.

- Keadaan bumi dari tanggal 21 Maret - 21 Juni adalah sebagai berikut.
  - 1) Kutub utara condong ke arah matahari.
  - 2) Belahan bumi utara mengalami waktu siang lebih panjang daripada waktu malamnya.
  - 3) Di belahan bumi utara berlangsung musim semi.

- 4) Kutub selatan menjauhi matahari.
  - 5) Belahan bumi selatan mengalami waktu malam lebih panjang daripada siangnya.
  - 6) Di belahan bumi selatan sedang berlangsung musim gugur.
  - 7) Pada tanggal 21 Juni, matahari berada  $23,5^{\circ}$  LU.
- Keadaan bumi dari tanggal 21 Juni - 23 September adalah sebagai berikut.
    - 1) Kutub utara semakin condong menjauhi matahari.
    - 2) Belahan bumi utara waktu siang makin pendek, tetapi masih lebih panjang daripada waktu malam.
    - 3) Di belahan bumi utara berlangsung musim panas,
    - 4) Kutub selatan makin condong ke arah matahari.
    - 5) Belahan bumi selatan waktu malam lebih panjang daripada waktu siang.
    - 6) Di belahan bumi selatan berlangsung musim dingin.
    - 7) Pada tanggal 23 September matahari berada di khatulistiwa.
  - Keadaan bumi dari tanggal 21 Juni-23 September adalah sebagai berikut.
    - 1) Kutub utara condong menjauhi matahari.
    - 2) Belahan bumi utara mengalami waktu siang lebih pendek daripada waktu malam.
    - 3) Belahan bumi utara berlangsung musim gugur.
    - 4) Belahan bumi selatan condong ke arah matahari.
    - 5) Belahan bumi selatan mengalami waktu siang lebih panjang daripada waktu malam.
    - 6) Belahan bumi selatan mengalami musim semi.
    - 7) Pada tanggal 22 Desember matahari berada pada  $23,5^{\circ}$  LS.
  - Keadaan bumi dari tanggal 22 Desember-21 Maret adalah sebagai berikut.
    - 1) Kutub utara makin condong ke arah matahari.
    - 2) Belahan bumi utara mengalami waktu siang lebih pendek daripada waktu malam.
    - 3) Belahan bumi utara mengalami musim dingin.
    - 4) Kutub selatan makin condong menjauhi matahari.
    - 5) Belahan bumi selatan mengalami waktu siang lebih panjang daripada waktu malam.
    - 6) Belahan bumi selatan mengalami musim panas.
    - 7) Pada tanggal 21 Maret matahari berada di khatulistiwa.



Jadi, pada tanggal 21 Maret dan 23 September permulaan bumi mengalami waktu siang dan malam yang sama panjang, yaitu 12 jam matahari terbit pukul 06.00 dan terbenam pukul 18.00

### ***b. Gerak Semu Tahunan Matahari***

Peredaran bumi mengelilingi matahari tidak dapat kita amati dan saksikan. Pengamatan yang dapat kita lakukan adalah melihat kedudukan matahari yang seakan-akan bergerak dari khatulistiwa ke  $23,5^{\circ}$  LU kembali ke khatulistiwa, terus ke  $23,5^{\circ}$  LS, dan kembali lagi ke khatulistiwa. Pergeseran kedudukan matahari yang demikian itu berlangsung setiap 1 tahun.

Dari gerak semu tahunan matahari dapat disimpulkan sebagai berikut.

- 1) Kedudukan matahari berada di khatulistiwa pada tanggal 21 Maret dan 23 September.
- 2) Kedudukan matahari paling utara berada pada garis lintang  $23,5^{\circ}$  dan dicapai tanggal 22 Desember.

Wilayah yang mengalami pergantian empat musim yaitu musim semi, musim panas, musim gugur, dan musim dingin hanya terjadi di:

- 1) Belahan bumi antara  $23,5^{\circ}$  lintang utara dan  $66,5^{\circ}$  lintang utara;
- 2) Belahan bumi antara  $23,5^{\circ}$  lintang selatan dan  $66,5^{\circ}$  lintang selatan;

Tempat-tempat tersebut tidak pernah mengalami matahari tepat tegak di atas kepala (titik kulminasi) pada pukul 12.00. Tempat-tempat antara  $0^{\circ}$  (Khatulistiwa) dan  $23,5^{\circ}$  mengalami matahari tepat di atas kepala dua kali dalam satu tahun dan hanya mengalami pergantian dua musim.

Daerah kutub utara, yaitu  $66,5^{\circ}$  LU sampai dengan  $90^{\circ}$  LU mengalami siang sepanjang 24 jam selama 6 bulan dalam waktu 1 tahun. Hal itu terjadi dari tanggal 21 Maret sampai dengan 23 September. Sebaliknya, dari tanggal 23 September sampai dengan Maret mengalami malam hari sepanjang 24 jam.

Daerah kutub selatan, yaitu  $66,5^{\circ}$  LS sampai dengan  $90^{\circ}$  LS, mengalami siang hari selama enam bulan dari tanggal 23 September sampai dengan 21 Maret. Selanjutnya dari tanggal 21 Maret sampai dengan 23 September mengalami malam.

Adanya revolusi bumi dan kemiringan sumbu bumi  $23,5^{\circ}$  terhadap bidang ekuatorial menyebabkan beberapa hal yaitu adanya pergantian musim, perubahan lamanya waktu siang dan malam, dan terlihatnya rasi-rasi bintang yang berbeda dari waktu ke waktu.

### 3. Rotasi Bumi dan Pengaruhnya

Pada waktu bumi berevolusi, bumi juga melakukan gerak rotasi, yaitu berputar pada porosnya. Arah rotasi sama dengan arah revolusi, dari barat ke timur.

#### Pengaruh Rotasi Bumi

Gejala alam apa yang timbul sebagai akibat dari rotasi bumi? Rotasi bumi dapat mengakibatkan hal-hal sebagai berikut.

##### a. Peredaran Semu Harian Benda-Benda Langit

Jika kita amati benda-benda langit, tampak benda-benda itu bergerak dari timur, lalu naik lewat di atas kepala kita dan akhirnya terbenam di sebelah barat. Apakah peredaran benda-benda langit itu merupakan kejadian yang sebenarnya?

Saat kita naik kereta api, dari jendela kita melihat ke luar tampak pohon-pohon, dan rumah-rumah seakan-akan bergerak menuju kita kemudian melewati dan menjauhi kita. Gerakan pohon, dan rumah merupakan gerak semu.

Sekarang kita berada di bumi yang berotasi dari barat ke timur. Hal itu adalah gerak yang sebenarnya dan disebut peredaran harian. Akibat rotasi bumi, benda-benda langit tampak melakukan peredaran semu harian dari timur ke barat.

##### b. Terjadinya Siang dan Malam

Bumi mendapat sinar matahari. Setengah dari permukaan bumi secara bergantian menghadap ke matahari. Bagian bumi yang menghadap matahari terjadi siang dan bagian yang lain malam.

##### c. Perbedaan Waktu

Sekali berotasi, semua tempat di bumi telah berputar  $360^\circ$  dan ditempuh dalam waktu 24 jam.

Akibatnya adalah sebagai berikut

- 1) Setiap  $1^\circ$  garis bujur ditempuh dalam waktu:

$$\frac{24 \times 60}{360} = \frac{1.440}{360} \text{ menit} = 4 \text{ menit.}$$

- 2) Setiap 1 jam = 60 menit, garis bujur yang ditempuh:

$$\frac{60}{4} \times 1^\circ = 15^\circ$$

Jadi, setiap perbedaan  $15^\circ$  garis bujur mempunyai perbedaan waktu 1 jam.

Berdasarkan hal tersebut, bumi dibagi menjadi 24 daerah waktu dan setiap daerah besarnya  $15^\circ$ . Sebagian standar waktu, ditetapkan waktu pada bujur  $0^\circ$

yang melewati kota Greenwich dekat London yang disebut waktu pangkal atau GMT (*Greenwich Mean Time*).

Bagaimana pembagian daerah waktu di Indonesia?

Indonesia mempunyai pembagian tiga daerah waktu yang telah ditetapkan 1 Januari 1964. Kemudian, pada tanggal 1 Januari 1988 disempurnakan lagi, yaitu sebagai berikut:

- 105° BT untuk daerah waktu Indonesia Barat (WIB), meliputi Sumatera, Jawa, Madura, Kalimantan Barat, dan Kalimantan Tengah.

$$\text{WIB} = \frac{105}{15} \times 1 \text{ Jam} = 7 \text{ Jam}$$

WIB = GMT + 7 jam Jam

- 102° BT untuk daerah waktu Indonesia Tengah (WITA), meliputi Kalimantan Timur, Kalimantan Selatan, Sulawesi, Bali, dan Nusa Tenggara.

$$\text{WIB} = \text{GMT} + 8 \text{ jam Jam}$$

135° BT untuk daerah waktu Indonesia Timur (WIT), meliputi Maluku dan Irian Jaya.

$$\text{WIB} = \text{GMT} + 9 \text{ jam Jam}$$

### Contoh Soal

1. Apabila waktu lokal di Jakarta (105° BT) jam 24.00, jam berapakan waktu lokal di Ujung Pandang (120° BT)?

**Jawab:**

Waktu lokal di Jakarta 105° BT

$$= \text{GMT} + 105/15 \text{ Jam}$$

$$\text{Jam 24.00} = \text{GMT} + 7 \text{ Jam}$$

$$\text{GMT} = \text{Jam 24.00} - 7 \text{ Jam}$$

$$= \text{Jam 17.00}$$

Waktu lokal di Ujung Pandang ( $120^{\circ}$  BT)

$$= \text{GMT} + 120/15 \text{ Jam}$$

$$= \text{GMT} + 8 \text{ Jam}$$

$$= \text{Jam } 24.00 - 8 \text{ Jam}$$

$$= \text{Jam } 1.00$$

2. Apabila waktu lokal di Jakarta ( $105^{\circ}$  BT) jam 24.00, jam berapakan waktu lokal di San Fransisco ( $120^{\circ}$  BB)?

*Jawab:*

Waktu lokal di Jakarta  $105^{\circ}$  BTs

$$= \text{GMT} + \text{Jam}$$

$$\text{Jam } 24.00 = \text{GMT} + 7 \text{ Jam}$$

$$\text{GMT} = \text{Jam } 24.00 - 7 \text{ Jam}$$

$$= \text{Jam } 17.00$$

Waktu lokal di San Fransisco  $120^{\circ}$  BB

$$= \text{GMT} - \text{Jam}$$

$$= \text{Jam } 24.00 - 8 \text{ Jam}$$

$$= \text{Jam } 9.00$$

#### **d. Pemampatan bumi**

Teori terjadinya bumi menyatakan bahwa bumi terbentuk dari gas yang semakin lama semakin keras akibat pendinginan. Karena rotasi, tiap-tiap bagian di permukaan bumi mendapat gaya sentrifugal (gaya yang arahnya menjauhi sumbu putar). Di khatulistiwa gaya itu kuat dan di kutub gaya itu nol. Karena pengaruh gaya sentrifugal tersebut, ketika bumi masih lunak di daerah khatulistiwa menggelembung dan di kedua kutubnya menjadi cepat gepat. Karena pemampatan bumi pada kedua kutubnya, gaya tarik bumi lebih kuat di kutub daripada di khatulistiwa.

#### **4. Gerak Edar Bulan dan Pengaruhnya**

Bulan melakukan 3 gerakan sekaligus: gerak rotasi yaitu gerakan bulan mengelilingi porosnya sendiri, gerak revolusi yaitu gerakan bulan mengelilingi bumi, dan gerak bulan mengelilingi matahari bersama-sama dengan bumi

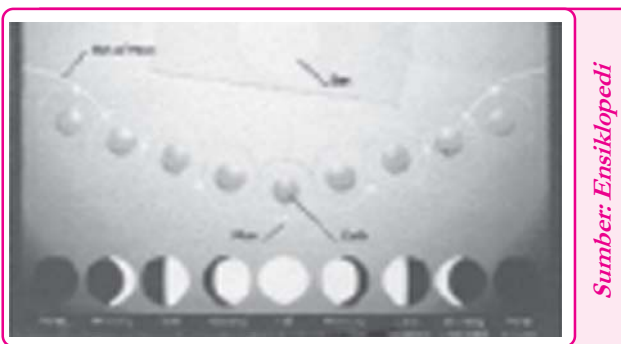
Meskipun melakukan 3 gerakan sekaligus, tetapi kala rotasi bulan sama dengan kala revolusinya. Sekali bulan mengelilingi bumi, sekali pula bulan mengelilingi porosnya, sehingga bagian bulan yang menghadap bumi selalu sama.

Bulan mengedari bumi dalam kurun satu bulan. Selama gerakannya sudut antara matahari, bulan dan bumi selalu berubah. Perubahan itu menyebabkan perubahan bentuk (fase) bulan jika dilihat dari bumi. Fasanya berubah dari bentuk bulan sabit, setengah penuh sampai bulat.

Jika bulan berada dalam kedudukan terdekat dengan matahari, muka yang menghadap ke arah kita tampak gelap. Kedudukan bulan saat itu berada antara bumi dan matahari. Itulah bulan baru atau bulan muda.

Dari kedudukan bulan muda, bulan beredar ke arah kuarter pertama. Bulan tampak seperti cakram karena separuh bagian bulan yang menghadap bumi mendapat cahaya matahari. Mula-mula bulan tampak seperti sabit, makin lama besar sampai setengah cakram yang sebetulnya merupakan seluruh bola bulan.

Dari kuarter pertama bulan menuju ke *kuarter kedua* atau *bulan purnama*. Bulan tampak sebagai piring bundar yang cemerlang karena seluruh bagian bulan yang menghadap bumi mendapat cahaya matahari. Pada saat itu bumi berada antara bulan dan matahari. Sebetulnya yang kita lihat ini separuh dari bola bulan. Dari bulan purnama, bulan menuju ke *kuarter ketiga*. Keadaannya sama dengan kuarter pertama, tetapi yang kelihatan adalah setengah cakram yang sebelah lagi dari bagian bulan yang menghadap ke bumi.



Sumber: Ensiklopedi

Selanjutnya bulan kembali ke bulan baru lagi. Bulan mengecil atau mati, maka juga disebut *bulan mati*. Akhirnya setelah bulan baru terbentuk maka urutan seperti tadi diulanginya lagi.

Gambar: 9.11 Gerak edar bulan

Waktu yang diperlukan dari bulan mati sampai bulan baru ialah  $29\frac{1}{2}$  hari. Bulan mengedari bumi dan berputar pada sumbunya dalam waktu yang sama, yaitu 27,3 hari. Setiap hari, bulan menjalani derajat =  $13,2^\circ$  dari garis edarnya. Karena arahnya sama dengan arah revolusi dan rotasi bumi, maka bulan setiap hari ketinggalan  $13,2^\circ$  atau  $13,2 \times 4$  menit = 52,8 menit (rotasi bumi setiap  $1^\circ$  ditempuh dalam waktu 4 menit). Akibatnya, setiap hari kita selalu melihat bulan terbit terlambat 52,8 menit dari malam sebelumnya.

Ada dua jenis bulan yang berbeda yang diakui oleh para ahli perbintangan, yaitu bulan *sinodis* dan bulan *sideris*. Jeda dari suatu bulan baru sampai bulan baru berikutnya pada bulan *sinodis* adalah 29 hari, tetapi ini bukan waktu yang diperlukan bulan untuk menyelesaikan satu orbit mengelilingi bumi. Bulan menjadi terlambat karena gerak bumi mengelilingi matahari yang membawa bulan kurang lebih jarak sekeliling orbitnya antara bulan-bulan sinodis.

Periode orbit bulan dikenal sebagai bulan *sideris*, lamanya 27 hari. Oleh karena itu, bulan ini hampir dua hari lebih pendek daripada bulan sinodis. Karena bulan secara gravitasional terikat pada bumi, maka bulan berotasi pada sumbunya selalu dalam waktu satu bulan sideris.

## 5. Satelit Buatan dan Gerak Edarnya

Satelit pertama buatan manusia yang berhasil mengelilingi bumi adalah Sputnik 1 yang diluncurkan oleh Uni Sovyet pada tanggal 4 Oktober 1957. satelit itu mengelilingi bumi dalam waktu 1 jam 36,2 menit dengan kecepatan 28.800 km/jam.

Selama bertahun-tahun, sejak peluncuran Sputnik 1 pada tahun 1957 itu, diluncurkan lebih dari 1000 buah pesawat ruang angkasa tak berawak. Pesawat-pesawat ini telah membawa berbagai macam informasi yang luas ke bumi tentang sistem matahari kita.

Orbit sebuah satelit berputar mengitari sebuah benda di ruang angkasa biasanya berbentuk elips dengan bagian tengah benda ruang angkasa itu sebagai salah satu pusat elips.

Setiap orbit mempunyai *apogee*, yaitu titik yang terjauh dari benda angkasa dan *perigee*, yaitu titik yang terdekat dari benda angkasa. Titik-titik ini amat berbeda untuk masing-masing satelit, tergantung pada tujuan misi satelit.. Penerbangan akan terus berjalan sangar lama, apabila *perigee* berada jauh dari bumi. Contohnya satelit Amerika Serikat *Vanguard 1*, dengan apogee 4000 km dan perigee 640 km, akan tetap berada di orbitnya untuk beberapa abad lamanya.

Pesawat ruang angkasa tak berawak adalah sebuah alat riset untuk menambah pengetahuan manusia mengenai atmosfer dan angkasa luar. Alat riset itu juga dapat menganalisis radiasi kosmik atau debu kosmik atau juga digunakan untuk menghitung perbenturan benda-benda di ruang angkasa. Alat itu juga mungkin dibangun untuk meneropong informasi awan bumi sehingga memudahkan pemetaan perubahan cuaca di bumi.

Pesawat ruang angkasa tak berawak membutuhkan sumber energi untuk mengoperasikan alat-alat yang berfungsi untuk transmisi signal-signal radio.

Sumber energi yang digunakan adalah *baterai sel matahari*, yaitu sel silikon yang mengubah sinar matahari menjadi arus listrik. Arus listrik untuk menggerakkan alat-alat di dalam satelit diambil dari baterai *kadmium nikel* dan kemudian baterai ini diisi kembali oleh sel matahari. Sebagian besar permukaan satelit diliputi oleh sel-sel ini.

Sumber energi lain yang juga digunakan, yaitu generator SNAP yang langsung menghasilkan energi listrik dari tenaga atom. Kalau air dapat dipecah menjadi oksigen dan hidrogen dalam alat elektrolisis, maka sel bahan bakar ini bekerja sebaliknya. baterai ini diisi kembali oleh sel matahari. Sebagian besar permukaan satelit diliputi oleh sel-sel ini.

Satelit Amerika Serikat yang dibuat untuk melaporkan kebocoran dinding pesawat ruang angkasa yang disebabkan oleh benturan meteroit ialah seri satelit *Pegasus*. Seri satelit ini yang digunakan untuk memperleh informasi tentang radiasi, medan magnet dan gelombang radio di angkasa adalah sari satelit *Explorer*.

Satelit juga digunakan inti *observasi bumi*, variasi pada orbit satelit *Vanguard 1* dan 2 menunjukkan bahwa bumi berbentuk lonjong dari kutub ke kutub dan berbentuk elips di sekeliling khatulistiwa. Satelit *Explorer 1,2* dan *12* telah menemukan suatu sabuk radiasi bumi, yaitu zone radiasi yang amat luas yang mengelilingi bumi di atas ekuator. Dalam zone ini terdapat partikel-partikel bermuatan yang berasal dari matahari dan tertangkap oleh medan magnet bumi.

*Satelit Teknologi Sumber Bumi* digunakan untuk meneliti sumber kekayaan bumi dengan mengambil gambar bumi dan laut dalam radiasi inframerah dan dalam pita spektrum merah dan hijau muda.

Satelit *Landsat* telah menemukan lokasi sumber-sumber mineral, termasuk persediaan kandungan minyak. Landsat juga digunakan untuk pemetaan geologi untuik mengembangkan sistem dini bahaya gempa bumi. Sateli *Magsat* diluncurkan untuk mengawasi medan magnet bumi.

*Observasi Matahari* telah dilakukan oleh seri satelit *Explorer* dan seri *Pioneer* dan dua satelit Jerman Barat *Helios 1* dan *2*. Kemudian, diluncurkan lagi sebuah observatorium matahari *Solar Max* dan satelit *Explorer Mesosfir*.

Penelitian-penelitian telah dilakukan terhadap partikel-partikel matahari, sinar ultraviolet, korona matahari dan angin matahari. *Solar max* dibangun untuk mempelajari jilatan api matahari secara fisika dan efeknya terhadap bumi, sedang *Explorer* mempelajari pengaruh matahari terhadap formasi dan perusakan ozon di atmosfer bumi bagian atas.

*Satelit cuaca* dibangun untuk menunjukkan formasi awan yang tersebar di permukaan bumi. Pengambilan gambarnya dilakukan dengan menggunakan kamera televisi dan disiarkan ke bumi melalui *telemeter*.

Amerika Serikat telah meluncurkan lebih dari 20 satelit cuaca dan Uni Sovyet juga tak ketinggalan meluncurkan seri satelit cuacanya. Satelit cuaca pertama yang diluncurkan oleh Amerika Serikat adalah *Tiros 1* pada tahun 1960. satelit jenis lain ialah *Nimbus 1* pada tahun 1964 dan *Nimbus 6* pada tahun 1975 untuk mengukur radiasi di atmosfer bumi.

*Satelit komunikasi* dibangun untuk memberikan pelayanan radio dan televisi kepada sebagian besar penduduk di bumi.

*Satelit Palapa* yang diorbitkan oleh pesawat ruang angkasa manfaatnya terutama untuk sistem penyebaran informasi di seluruh nusantara.

Satelit yang digunakan untuk memberikan pelayanan radio dan televisi di bumi termasuk *satelit pasif*, sebab hanya memantulkan signal-signal dari stasiun ke stasiun lain tanpa memperkuat signal-signalnya.

*Satelit aktif* memperkuat signal-signal yang dipancarkan, misalnya satelit *Telstar* (AS), satelit internasional *intelsat*, satelit *Molniya* (US). Satelit-satelit komunikasi juga digunakan untuk menyiarkan informasi pendidikan dan kesehatan di desa-desa terpencil serta untuk telekomunikasi kapal laut.

*Satelit navigasi* digunakan untuk menolong navigasi apabila kapal-kapal menemui kesukaran di daerah yang bercuaca buruk atau kesukaran dalam penglihatan di permukaan laut.



*Satelit navigasi* adalah satelit transit. Navigator yang menghadapi laut tebal dapat menghubungi satelit transit yang mengorbit dengan radio, sehingga satelit transit dapat menjawab melalui radio mengenai posisi kapal dan kemudian memandu kapal tersebut dari daerah kabut.

*Satelit biologi* yang juga disebut *Biosatelit* direncanakan untuk menguji coba reaksi berbagai macam organisme dalam perjalanan ruang angkasa.

*Satelit militer* adalah jenis satelit buatan tak berawak yang digunakan untuk menyampaikan informasi-informasi guna kepentingan militer. Satelit dinamakan *satelit mata-mata*. Satelit mata-mata di ruang angkasa hampir semua dikuasai oleh Amerika Serikat dan Uni Soviet, *sateli midas* (AS) dapat melihat peluncuran peluru kendali melalui alat sensor inframerah. *Satelit Samos* (AS) dapat melihat rincian sekecil-kecilnya dari instalasi Uni Soviet.

## Rangkuman

1. Matahari dan kesembilan planetnya dinamakan tata surya. Sampai saat ini telah diketahui sembilan buah planet, yaitu: Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus, dan Pluto.
2. Planet-planet tersebut di atas mempunyai karakteristik yang berbeda-beda, baik kala revolusi, kala rotasinya, maupun massa dari masing-masing planet.
3. Anggota tata surya yang lain yaitu: Satelit, asteroid, komet, dan Meteoroid.
4. Lebih dari 75% bagian matahari terdiri atas unsur hidrogen, dan unsur-unsur yang lain yaitu: Helium, Oksigen, Oksigen, Karbon, Neon, Besi, Nitrogen, Silikon, Magnesium, Sulfur, dan Nikel.
5. Matahari yang kelihatan bulat apabila diamati dari bumi terdiri atas empat lapisan yaitu: inti, fotosfer, kromosfer, dan korona.
6. Pengukuran yang lebih teliti menunjukkan bahwa bumi tidak bulat benar, tetapi pepat di bagian kutub dan agak mengembung di khatulistiwa.
7. Pengaruh adanya revolusi bumi yaitu: adanya pergantian musim, gerak semu tahunan matahari.
8. Gerak rotasi bumi, yaitu gerak bumi berputar pada porosnya. Arah rotasi dari barat ke timur.

9. Pengaruh adanya rotasi bumi yaitu: terjadinya gerak semu harian benda-benda langit, terjadinya siang dan malam, terjadinya perbedaan waktu tempat-tempat di permukaan bumi, dan pemampatan bumi.
10. Bulan melakukan 3 gerakan sekaligus: gerak rotasi yaitu gerakan bulan mengelilingi porosnya sendiri, gerak revolusi yaitu gerakan bulan mengelilingi bumi, dan gerak bulan mengelilingi matahari bersama-sama dengan bumi.

## **Proyek**

### **Tujuan:**

Memperagakan bagaimana terjadinya gerhana.

### **Alat dan Bahan**

1. Jangka
2. Penggaris
3. Kertas karton kuning berukuran 25 cm persegi
4. Gunting
5. Spidol hitam
6. Isolasi
7. Penggaris panjang
8. Plastik transparan tak berwarna berukuran 5 cm persegi

### **Langkah Kerja**

1. Gunakan jangka untuk menggambar sebuah lingkaran berdiameter 20 cm di atas kertas karton. Kemudian gambar ekor berukuran 2,5 x 5 cm disalah satu sisi lingkaran!
2. Potong lingkaran beserta ekornya dan tulislah Matahari dengan spidol.
3. Tekuk ekornya dan rekatkan diujung penggaris besar sehingga lingkarannya tegak lurus dengan penggaris panjang.
4. Letakan penggaris besar di atas meja dan rekatkan dengan isolasi
5. Gunakan jangka untuk membuat sebuah lingkaran dengan diameter 2,5 cm di atas plastik transparan. Potong lingkaran ini kemudian tandai dengan huruf B (Bulan).

6. Lihatlah matahari kertas setinggi mata, dengan memposisikan dirimu langsung di depan matahari sampai penggaris panjang menyentuh pipi di bawah salah satu matamu.
7. Pegang lingkaran bulan secara vertikal di atas penggaris.
8. Buka mata yang di atas penggaris dan tutuplah mata satunya.
9. Gerakkan bulan mendekat atau menjauh matahari sampai pada posisi bulan tampak sebesar matahari.
10. Catat jarak matahari dan bulan dari mata!
11. Hitung rasio jarak matahari dan bulan!

### **Penyelidikan lebih lanjut**

Pada gerhana matahari sebagian, hanya sebagian matahari yang terhalangi oleh bulan. Konsisi yang bagaimana yang menyebabkan gerhana matahari sebagian? Selidikilah!

### **Petunjuk Penyelidikan**

1. Ulangi percobaan awal tadi. Ketika lingkaran bulan berada pada posisi menghalangi Matahari kertas, jaga agar bulannya tidak bergerak tetapi pelan-pelan gerakkan kepalamu ke kanan sampai Bulan tidak lagi tampak menutupi bagian manapun dari Matahari. Buat catatan posisi Matahari, Bulan, dan matamu yang terbuka ( mewakili pengamat di Bumi) selama pergerakan ini!
2. Buatlah gambar yang menampilkan diagram yang menunjukkan posisi Matahari, Bulan, dan Bumi!

### **Pertanyaan lain untuk diselidiki**

1. Apakah gerhana matahari cincin itu? Selidikilah dengan memperagakan terjadinya gerhana matahari cincin!
2. Apakah gerhana bulan itu? Selidikilah dengan memperagakan terjadinya gerhana bulan!

**A. Pilih salah satu jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda (x) pada huruf a, b, c, atau d!**

1. Yang dinamakan tata surya adalah .....
  - a. susunan matahari dan bintang
  - b. susunan matahari dan planet yang mengelilingi
  - c. susunan bumi dan bintang
  - d. susunan bumi dan planet-planet
2. Planet yang mempunyai massa paling besar adalah .....
  - a. Yupiter
  - b. Uranus
  - c. Neptonus
  - d. Pluto
3. Peredaran mengelilingi matahari disebut ....
  - a. rotasi
  - b. revolusi
  - c. evolusi
  - d. resolusi
4. Yang dinamakan bintang berekor adalah .....
  - a. komet
  - b. meteroid
  - c. meteor
  - d. asteroid
5. Unsur penyusun matahari kurang lebih terdiri dari ....
  - a. 76% hidrogen, 21% helium, dan 3% unsur lainnya
  - b. 60% helium, 25 % hidrogen, dan 15% unsur lain
  - c. 70% helium, 5% hidrogen, dan 25% unsur lain
  - d. 25% hidrogen, 5 % helium, dan 70% unsur lain
6. Lapisan bawah atmosfer matahari disebut ....
  - a. kromosfer
  - b. korona
  - c. granula
  - d. Fotosfer

7. Hukum I Kepler mempelajari....
  - a. bentuk orbit planet-planet mengelilingi matahari
  - b. kecepatan planet mengelilingi matahari
  - c. hubungan kala revolusi dan jarak planet
  - d. bidang yang ditempuh planet selama revolusi
8. Akibat dari revolusi bumi adalah....
  - a. terjadinya siang dan malam
  - b. terjadinya pergantian musin
  - c. perbedaan waktu ditempat yang berlainan
  - d. terjadinya perubahan arah angin
9. Dari tanggal 21 Maret sampai tanggal 21 Juni belahan bumi utara mengalami musim ....
  - a. semi
  - b. gugur
  - c. panas
  - d. dingin
10. Akibat bumi berputar pada porosnya adalah ....
  - a. perubahan lamanya waktu siang dan malam
  - b. adanya gerak semu tahunan matahari
  - c. pemampatan kutub bumi
  - d. terjadinya pergantian musim
11. Kota A berbeda letak bujur sebesar 60 derajat dengan kota B. Perbedaan waktu antara kota A dan kota B adalah ....
  - a. 2 jam
  - b. 3 jam
  - c. 4 jam
  - d. 5 jam

12. Bulan mengelilingi bumi satu kali tiap ....
  - a. 27,3 hari
  - b. 27,5 hari
  - c. 29 hari
  - d. 30 hari
13. Dari malam sebelumnya, setiap hari bulan terbit terlambat selama ....
  - a. 42,8 menit
  - b. 52,8 menit
  - c. 62,8 menit
  - d. 72,8 menit
14. Kala rotasi bulan dibanding dengan kala revolusinya adalah ....
  - a. lebih besar
  - b. lebih kecil
  - c. sama besar
  - d. tidak tentu
15. Satelit pertama buatan manusia yang berhasil mengelilingi bumi adalah ....
  - a. Sputnik I
  - b. Pioneer
  - c. Landsat
  - d. Vanguard I

**B. Jawablah soal-soal berikut dengan teliti dan benar!**

1. Bagaimana cara membedakan antara planet dan bintang sewaktu kamu melihat langit di malam hari?
2. Sebutkan planet-planet yang kala revolusinya lebih panjang dari kala revolusi bumi!
3. Apa yang menyebabkan planet senantiasa tetap berada dalam lintasannya mengelilingi matahari?
4. Sebutkan empat lapisan matahari!

5. Mengapa matahari dinyatakan sangat penting bagi kehidupan di bumi!
6. Sebutkan bunyi hukum I, II, III Kepler!
7. Sebutkan akibat yang ditimbulkan oleh revolusi bumi!
8. Sebutkan akibat yang ditimbulkan oleh rotasi bumi!
9. Kapan belahan bumi utara mengalami musim semi, musim panas, musim gugur dan musim dingin?
10. Sebutkan tiga gerakan bulan!
11. Mengapa satelit yang diluncurkan manusia tidak menempuh jalur yang lurus, tetapi mengorbit mengelilingi bumi?
12. Sebutkan beberapa jenis satelit buatan serta kegunaannya!

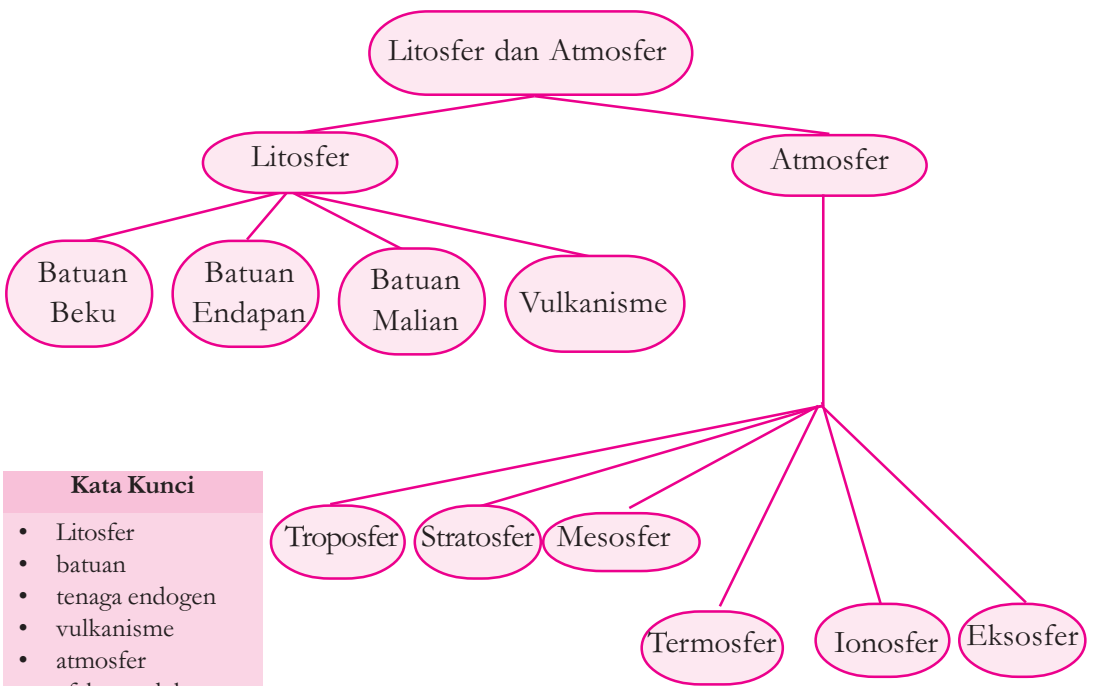
# Bab 10

## Litosfer dan Atmosfer

### Tujuan Kompetensi

Setelah mempelajari bab ini diharapkan kamu memahami sistem tata surya dan proses yang terjadi didalamnya.

Untuk mengetahui garis besar bab ini, kamu perhatikan peta konsep di bawah ini!





## A. Proses Yang Terjadi Dilapisan Litosfer Dan Atmosfer

### Tujuan Pembelajaran Khusus

*Kamu mampu mendiskripsikan proses-proses khusus yang terjadi dilapisan litosfer dan atmosfer yang terkait dengan perubahan suhu dan kalor.*

### 1. Proses Yang Terjadi Dilapisan Litosfer

Apakah litosfer itu? Litosfer adalah lapisan kerak bumi yang paling atas. Lapisan ini tersusun atas batuan-batuan, coba kamu lakukan kegiatan berikut ini!

### Tugas Individu

Kumpulkanlah batu-batu yang disekitar rumah atau sekolahmu, kemudian kelompokkan batu-batu tersebut berdasarkan warnanya, bentuknya, strukturnya dan kekerasannya. Selidikilah jenis batuan apakah yang telah kamu kelompokkan tersebut? Bandingkan dengan batuan yang ada di dalam laboratorium sekolahmu!

Ada berbagai jenis warna yang dimiliki batu, seperti, hitam, putih, merah, kecoklatan, kehijauan, merah dan hitam dan masih banyak lagi warna-warna lain. Dari segi ukuran, ada yang besar, kecil dengan berbagai bentuk, ada yang bulat, lonjong, panjang, tidak teratur. Strukturnya ada yang halus, kasar, dengan lubang di dalamnya, bintik-bintik, dengan garis. Tentu batu-batu tersebut ada yang keras dan ada yang agak lunak.

Batu-batuan dikelompokkan berdasarkan terjadinya dapat dibagi atas batuan beku, batuan endapan (sendimen), dan batuan malihan (metamorf).

### *Proses Terjadinya Batuan Beku*

Induk dari segala batuan adalah magma. Magma itu batuan cair pijar yang bersuhu tinggi yang terjadi dari berbagai mineral serta gas yang larut di dalamnya. Oleh karena itu daerah disekitar magma itu dingin, maka magma itu juga mendingin. Secara lambat-laun magma itu membeku. Hasil pembekuan magma dibagian dalam litosfer dan proses pendinginannya sangat lambat dinamakan Batuan Beku Dalam, misalnya batu granit.

Bila magma telah meresap di antara lapisan-lapisan litosfer, maka pembekuannya berlangsung lebih cepat, sehingga kristal mineral yang terbentuk tidak semua besar. Kristal mineral yang besarnya beraneka ragam ini dinamakan Batuan Beku Korok, misalnya foster dan diorit.

Magma yang menyerap sampai ke permukaan bumi akan menjadi lava yang meleleh. Proses pembekuan lava di permukaan bumi relatif tepat. Akibatnya batuan beku lelehan itu berkristal halus atau bahkan ada yang tidak berkristal. Batuan ini dinamakan Batuan Beku Luar, misalnya batu apung dan batu basah. Beberapa contoh Batuan Beku, Perhatikanlah gambar berikut ini!



Sumber: Ensiklopedi

*Gambar: 10.1 Batuan beku*

### **Tugas Kelompok**

Dari beberapa gambar Batuan Beku di atas, bersama kelompokmu coba identifikasi ciri-ciri yang terdapat pada Batuan Beku tersebut. Bandingkan dengan Batuan Beku yang ada di laboratorium sekolahmu!

### ***Proses Terjadinya Batuan Endapan (sendimen)***

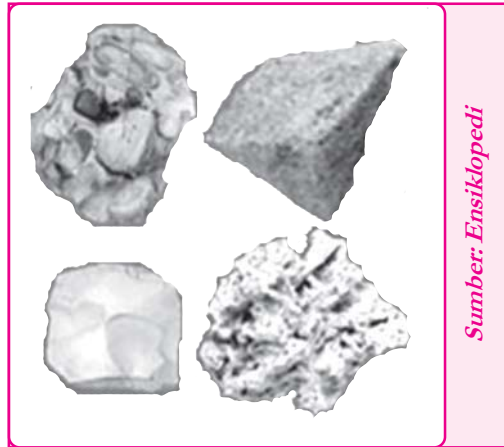
Karena pengaruh suhu, kalor, ataupun cuaca, maka batuan beku di permukaan bumi itu akan hancur, dan kemudian terbawa oleh aliran air, atau hembusan angin. Bisa juga terjadi saat hujan lebat, batuan yang hancur itu meluncur pada lereng yang curam karena gravitasi dan akhirnya batuan yang telah diangkut itu mengendap sehingga terjadilah batuan endapan (batuan sendimen).

Sehingga batuan itu ketika diangkut hanya mengalami penghancuran secara mekanik dari besar menjadi kecil. Termasuk batu gunung akibat adanya pelapukan sehingga hancur berkeping-keping, kepingan itu diangkut air hujan, longsor atau berguling-guling dilereng dan masuk ke dalam sungai. Arus sungai membanting-banting batu itu hingga menjadi kerikil, pasir atau lumpur kemudian mengendap dan dinamakan Batuan Sendimen Klasik.

Jika dalam pengendapan itu terjadi proses kimia, seperti pelarutan, penguapan, dan sebagainya dinamakan batuan sedimen kimiawi. Namun jika pengendapannya mendapat batuan dari organisme maka diberi nama batuan sedimen organik.

Berdasarkan bentuk butirannya bantuan endapan dibedakan menjadi dua yaitu konglomerat dan breksi. Konglomerat butirannya kasar dan bundar sedangkan breksi butirannya kasar dan bersudut-sudut

Beberapa contoh Batuan Endapan, Perhatikanlah gambar berikut ini!



*Sumber: Ensiklopedi*

*Gambar: 10.2 Batuan endapan (sedimen)*

### **Tugas Kelompok**

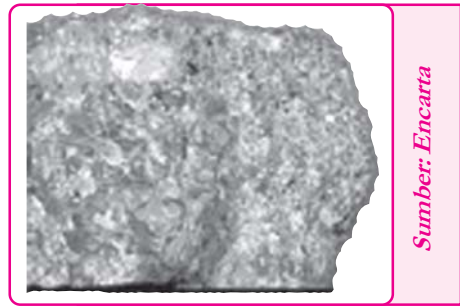
Dari beberapa gambar Batuan Endapan di atas, bersama kelompokmu coba identifikasi ciri-ciri yang terdapat pada Batuan tersebut. Bandingkan dengan Batuan Endapan yang ada di laboratorium sekolahmu!

### ***Proses Terjadinya Batuan Malihan (Metamorf)***

Batuan ini terjadi karena adanya suhu dan tekanan. Tekanan disebabkan oleh tindihan batu di atasnya. Sedangkan adanya suhu tinggi akibat dekat dengan magma atau bahkan bersentuhan dengan magma.

Apabila batuan tersebut terbentuk karena adanya suhu yang tinggi dinamakan batuan malihan termik contohnya batu pualam. Bila batuan tersebut terbentuk karena adanya tekanan dinamakan batuan malihan dinamik. Sedangkan batu permata tersebut terbentuk karena penambahan suhu disertai masuknya zat bagian magma ke dalam batuan itu.

Contoh batuan malihan yaitu: batu pualam atau marmer, batu grafit (bahan pensil). Perhatikan gambar berikut.



*Gambar:10.3 Marmer*

### **Tugas Kelompok**

Dari beberapa gambar Batuan Malihan di atas, bersama kelompokmu coba identifikasi ciri-ciri yang terdapat pada Batuan Malihan tersebut. Bandingkan dengan Batuan Malihan yang ada di laboratorium sekolahmu!

Susunan batuan dan lapisan batuan seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini!



*Gambar: 10.4 Batu marmer*

### **Tenaga Dari Dalam Bumi**

Tenaga yang berasal dari dalam yang membentuk bangunan baru di permukaan bumi disebut Tenaga Endogen. Tenaga endogen ini merupakan tenaga geologi yaitu tenaga yang menyebabkan perubahan bentuk pada permukaan bumi. Contohnya suatu daerah yang asalnya merupakan dataran, oleh tenaga geologi sebagian terangkat sementara bagian lain turun. Tenaga endogen yang diperkenalkan disini yaitu vulkanisme dan gempa.

## Vulkanisme

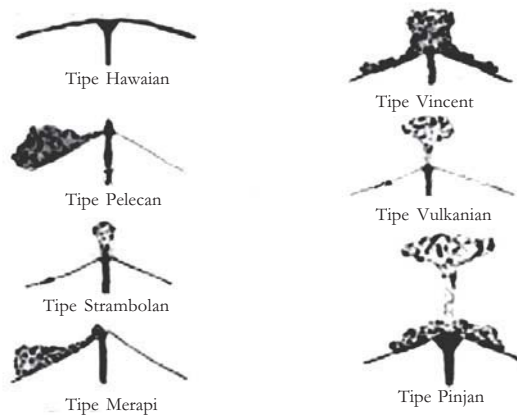
Vulkanisme adalah segala kegiatan magma dari lapisan dalam litosfer menyusup ke lapisan yang lebih atas atau sampai ke luar permukaan bumi yang disebabkan oleh suhu yang tinggi dan banyaknya gas di dalam bumi.

Termasuk vulkanisme adalah peristiwa gunung berapi, geiser, penerobosan magma ke dalam kulit bumi. Jika magma yang mendesak kulit bumi, maka tempat keluarnya magma ini disebut gunung api. Masuknya magma ke dalam batu-batuan disebut intrusi.

Ada beberapa intrusi, antara lain sebagai berikut.

- Intrusi datar yaitu magma masuk ke dalam lapisan batuan sendimen kemudian membeku. Batuan yang terjadi disebut sill atau retas (korok).
- Lakolit yaitu magma yang masuk ke dalam batuan sendimen itu membentuk permukaan yang cembung.
- Gang, yaitu magma yang memotong lapisan batuan-batuan sedimen, Sumber magma disebut batolit. Keluarnya magma ke permukaan bumi disebut erupsi atau letusan.

Perhatikanlah gambar macam-macam intrusi di bawah ini!



*Gambar: 10.5 Macam-macam intrusi*

Ada erupsi leleran (efusif), ada pula erupsi ledakan (eksplosif). Ciri erupsi efusif yaitu adanya leleran lava di permukaan bumi, sedangkan pada erupsi eksplosif disebarkan butiran magma yang kemudian menjadi padat. Adapun tenaga pendorong erupsi itu adalah gas magnetik.

Ada tiga macam benda vulkanik yaitu:

- 1) Benda cair, yang terdiri atas:
  - Lava, yaitu magma yang telah meleleh di permukaan bumi.
  - Lahar, yaitu leleran Lumpur panas yang terdiri dari magma bercampur air.
  - Lahar hujan, yaitu aliran lumpur yang terjadi dari magma padat yang dihanyutkan aliran air hujan di lereng gunung.
- 2) Benda padat, menurut besar butirannya seperti: bom, lapili, kerikil vulkanik, dan abu vulkanik.
- 3) Yang berbentuk gas, diantaranya gas asam arang, gas belerang, dan uap air.

## *Evaluasi*

---

1. Jelaskan proses terjadinya batuan beku, batuan endapan dan batuan malihan!
2. Jelaskan keuntungan dan kerugian vulkanisme bagi kehidupan manusia!

### *f. Gempa Bumi*

Gempa bumi adalah gerakan bumi akibat tenaga dari dalam bumi. Menurut penyebabnya, ada 3 macam gempa bumi.

- Gempa tektonik adalah gempa akibat pergeseran lapisan batu-batuan dalam kulit bumi.
- Gempa vulkanik adalah gempa akibat kegiatan gunung api.
- Gempa tumbukkan adalah gempa akibat tanah runtuh, tumbukkan meteor dengan bumi, dan lainnya.

Pusat terjadinya gempa atau sumber gempa disebut hiposentrum. Permukaan bumi yang terletak tepat di atas hiposentrum disebut episentrum. Daerah episentrum inilah yang selalu mengalami kerusakan yang paling parah jika terjadi gempa.

Kekuatan gempa bumi dapat diukur dengan alat pencatat gempa yang dinamakan seismograf, catatannya disebut seismogram. Selain kekuatan gempa dari seismogram juga dapat diketahui lama, jarak dan arah gempa. Seismograf ada dua macam, perhatikan gambar di samping.



Sumber: Encarta

*Gambar: 10.6 Seismograf*

Seismograf vertikal digunakan untuk mengukur gempa yang arahnya vertikal, dan seismograf horisonal digunakan untuk mengukur gempa yang arahnya horisonal. Adapun skala yang biasa digunakan untuk menyatakan kekuatan gempa adalah skala Rossi Forel, Mercalli, dan Reichter.

## 2. Proses Yang Terjadi Dilapisan Atmosfer

Apakah atmosfer itu? Coba kamu lakukan kegiatan berikut ini!

### Tugas Kelompok

Celupkan gelas kaca terbalik dalam air, tekan gelas ke bawah dalam air, apa yang terjadi?

Dari kegiatan di atas, air tidak dapat masuk ke dalam gelas, karena di dalam gelas terdapat udara. Demikian juga di bumi diselubungi oleh lapisan udara yang terdiri atas bermacam-macam gas, yang disebut atmosfer. Tebal atmosfer mencapai  $\pm 10.000$  km dari permukaan laut, sebanyak 97% dari udara itu terletak pada lapisan paling bawah, sampai 29 km, makin tinggi, lapisan udara itu makin tipis. Dalam keadaan kering susunan udara itu sebagian besar gas nitrogen (78,08%), gas oksigen (21%), sedangkan karbon dioksida (0,03%), sisanya adalah zat lain, seperti amoniak, belerang oksida dan uap air.

Nitrogen dalam atmosfer sukar bersenyawa dengan unsur lain dapat dikatakan sebagai substansi yang netral. Dalam jumlah kecil nitrogen merupakan bakteri tanah yang bermanfaat bagi tumbuh-tumbuhan. Sebaliknya oksigen merupakan unsur yang aktif bersenyawa dengan unsur lain dalam proses oksidasi. Jasad hidup memerlukan oksigen untuk mengubah zat makanan menjadi energi. Peranan karbondioksida di udara sangat penting karena dapat mengabsorpsi panas pancaran matahari. Bagi tumbuh-tumbuhan, karbondioksida berguna untuk mengubah zat hara menjadi karbohidrat dalam proses fotosintesis.

Atmosfer dapat dibagi menjadi beberapa lapisan yaitu lapisan troposfer, stratosfer, mesosfer, termosfer, ionosfer, dan eksosfer.

#### **a. Lapisan Troposfer**

Lapisan ini mempunyai ketinggian 0 km-10 km. hampir 80% massa seluruh gas penyusun atmosfer berada pada lapisan ini. Semakin tinggi dari permukaan bumi, suhu udara semakin rendah. Setiap 1 km suhu udara turun kira-kira 6,5°C. pada lapisan ini keadaan udara sangat berpengaruh terhadap keadaan bumi.

#### **b. Lapisan Stratosfer**

Lapisan ini berada di atas lapisan troposfer dengan ketinggian sekitar 10 km-50km. Di bagian atas bagian stratosfer terdapat lapisan ozon. Ozon mempunyai daya serap yang kuat terhadap radiasi sinar ultraviolet dari matahari sehingga merupakan perisai untuk makhluk hidup di bumi terhadap bahaya radiasi.

#### **c. Lapisan Mesosfer**

Lapisan ini berada di atas lapisan stratosfer dengan ketinggian sekitar 50 km-80 km. Pada lapisan ini tidak ada gas yang dapat menahan radiasi sinar matahari. Pada lapisan ini suhu semakin rendah jika tempatnya semakin tinggi. Suhu pada lapisan ini dapat mencapai -140°C.

#### **d. Lapisan Termosfer**

Lapisan ini berada di atas lapisan mesosfer, daya ketinggian sekitar 80 km-400 km. Lapisan ini juga disebut lapisan panas. Suhu pada lapisan ini semakin

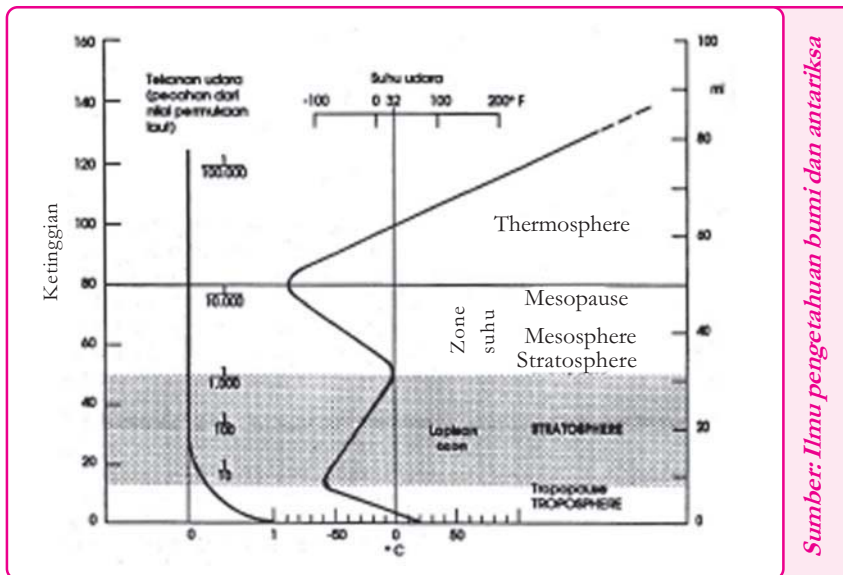


tinggi jika tempatnya semakin tinggi. Pada lapisan ini, gas oksigen banyak menyerap sinar ultraviolet dari matahari.

### e. Lapisan Ionosfer

Lapisan ini terletak kira-kira 80 km-450 km di atas permukaan bumi. Pada lapisan ini molekul-molekul nitrogen dan oksigen banyak melepaskan elektron setelah menyerap sinar ultraviolet. Akibatnya pada lapisan ini terdapat ion-ion positif dan elektron bebas. Peristiwa ini disebut ionisasi. Pada tumbukan tersebut, ion positif berubah menjadi atom netral. Peristiwa seperti ini disebut rekombinasi.

Pada lapisan ionosfer inilah gelombang radio dipantulkan. Pemantulan tersebut berlangsung beberapa kali antara ionosfer dan permukaan bumi, sehingga gelombang radio dapat mencapai tempat yang sangat jauh. Itulah sebabnya kita dapat mendengarkan siaran radio atau televisi dari pemancar yang letaknya sangat jauh.



Sumber: Ilmu pengetahuan bumi dan antariksa

Gambar: 10.7 Lapisan atmosfer

### f. Lapisan Eksosfer

Lapisan ini adalah lapisan paling tinggi, pada lapisan ini udara sangat tipis sehingga hampir tidak ada tekanan udara. Sebagian molekul udara dapat meninggalkan atmosfer ke angkasa dari lapisan ini.

## B. Pengaruh Proses Yang Terjadi di Lapisan Litosfer dan Atmosfer Bagi Kehidupan Manusia

### Tujuan Sub kompetensi

*Setelah mempelajari sub bab ini diharapkan Kamu dapat menjelaskan hubungan antar proses yang terjadi di lapisan litosfer dan atmosfer dengan kesehatan dan permasalahan lingkungan.*

### 1. Pengaruh Proses Yang Terjadi di Lapisan Litosfer

Pengaruh terbesar bagi manusia dan kehidupan dengan adanya proses yang terjadi di lapisan litosfer antara lain adanya Vulkanisme.

#### ***Keuntungan dan Kerugian Vulkanisme Bagi Manusia***

Keuntungan Vulkanisme bagi manusia antara lain sebagai berikut:

- Sumber mineral, misalnya timah, tembaga, marmer, belerang, batu apung, dan sebagai tenaga panas bumi.
- Daerah pertanian, bermacam-macam perkebunan dibuka di lereng gunung yang subur dengan iklim yang sejuk. Kesuburan tanah di daerah lereng tersebut diperoleh dari produk gunung api yang telah mengalami pelapukan
- Obyek wisata: keindahan panorama gunung api dengan kepunden yang aktif dengan lembah-lembah yang curam, fumarol serta danau kepunden yang sangat menarik.

Kerugian Vulkanisme bagi manusia antara lain sebagai berikut:

- Letusan: Bahan letusan gunung berapi selalu menimpa perkampungan, tanah pertanian, dan bangunan di sekitarnya sehingga selalu memakan korban materi, bahkan juga kadang jiwa manusia.
- Lahar: Aliran bahan letusan yang bercampur dengan air, akibatnya aliran tersebut berbentuk lumpur. Lahar panas terjadi pada gunung berapi yang mempunyai kawah. Saat letusan terjadi, bahan letusan langsung bercampur dengan air di danau kawah, kemudian mengalir ke daerah sekitar dalam bentuk lumpur yang sangat panas. Lahar dingin berasal dari bahan letusan yang sudah

mengendap. Jika terjadi hujan lebat, bahan letusan tersebut dapat hanyut, yang merupakan aliran lumpur yang sangat dingin.

- Awan panas: Bahan letusan yang keluar dari gunung api mempunyai suhu sangat tinggi, mencapai ratusan derajat celcius. Akibatnya udara di sekitar letusan menjadi sangat panas. Udara tersebut bercampur dengan debu dan abu. Udara panas yang bercampur dengan debu dan abu inilah yang disebut awan panas. Awan panas ini sangat berbahaya karena benda yang tersentuh menjadi kering atau bahkan hangus.
- Gelombang laut: letusan gunung berapi dapat menimbulkan gelombang laut yang sangat besar. Gelombang laut tersebut dapat menimbulkan kerugian yang besar di daerah pantai.

## **2. Pengaruh Proses Yang Terjadi di Lapisan Atmosfer**

Pengaruh terbesar bagi manusia dan kehidupan yang lain adalah dari lapisan troposfer. Pada lapisan inilah cuaca selalu berubah.

Dalam atmosfer terdapat beberapa gejala alam, seperti hujan, angin, dan pasir, serta beberapa parameter lain seperti suhu, kelembaban, dan tekanan udara. Kelima hal tersebut selalu berubah setiap saat, kombinasi dari kelima hal tersebut menentukan kondisi udara pada suatu saat di suatu tempat yang dinamakan cuaca.

Unsur utama cuaca adalah suhu udara, tekanan udara, kelembaban udara, angin, dan curah hujan. Udara menjadi panas karena ada penyinaran matahari. Suhu di permukaan matahari tercatat 6000°C, karena jarak antara matahari dan bumi cukup jauh, yaitu sekitar 149.000.000 km. Sehingga kita masih dapat menikmati panas matahari itu tanpa ada akibat yang membahayakan.

### **a Suhu Udara**

Dengan adanya pancaran matahari, yang menerima panas adalah permukaan bumi. Udara yang dilalui hampir tidak menerima panas tersebut. Lapisan atmosfer yang paling bawah yang pertama kali mendapat panas dari permukaan bumi melalui sentuhan antara bumi dan udara. Panas dirambatkan secara berangsur dari lapisan

atmosfer paling bawah ke lapisan di atasnya. Itulah sebabnya lapisan atmosfer paling bawah lebih panas daripada lapisan atasnya. Akan tetapi pada lapisan yang sangat tinggi udara menjadi lebih panas lagi, karena pancaran langsung dari matahari tanpa halangan yang berarti dari lapisan atmosfer yang lebih tipis.

Banyaknya panas matahari yang diterima permukaan bumi terutama dipengaruhi oleh:

- lamanya penyinaran matahari
- kemiringan sinar matahari
- keadaan awan
- keadaan permukaan bumi.

Kombinasi dari keempat faktor di atas menyebabkan perbedaan suhu yang diterima oleh permukaan bumi dan akibatnya menyebabkan perbedaan suhu udara di atasnya. Misalnya makin lama matahari memancarkan sinarnya di suatu daerah, makin banyak panas yang diterima bagian bumi itu. Keadaan udara yang cerah sepanjang hari akan lebih panas daripada hari itu berawan sejak pagi. Demikian juga jika datang cahaya matahari di suatu tempat itu lebih tegak, maka panas yang diterima daerah itu lebih banyak daripada kalau cahaya itu lebih miring.

Keadaan permukaan bumi yaitu perbedaan warna batuan dan perbedaan sifat darat dan laut. Batuan yang berwarna lebih cerah lebih cepat menerima dan melepas panas daripada batuan yang berwarna gelap. Permukaan dapat lebih cepat menerima dan melepas panas daripada permukaan laut.

### ***b Tekanan Udara***

Udara mempunyai tekanan, yang besarnya tekanan udara di permukaan laut adalah 1 atm. Besarnya tekanan udara diukur dengan barometer. Barometer yang sering digunakan adalah barometer aneroid, yaitu barometer yang tidak menggunakan bahan cair. Adapun barometer yang sekaligus dapat digunakan untuk mengukur tinggi tempat disebut Actimeter.

### *c Kelembaban Udara*

Kelembaban udara dinamakan juga kebasahan udara yaitu kandungan uap air dalam udara. Uap air di udara berasal dari hasil penguapan air di permukaan bumi, air tanah, atau air yang ada pada tumbuh-tumbuhan. Kandungan uap air di udara berubah-ubah dan kemampuan udara memegang uap air juga berbeda-beda. Jadi massa udara mempunyai batas maksimum dalam menampung sejumlah udara. Batas maksimum tersebut ditentukan oleh suhu udara. Pada saat suhu mencapai batas maksimum pengembunan mulai terjadi. Mula-mula terbentuk awan dan kabut, kemudian turun hujan.

Ada dua macam kelembaban udara yaitu kelembaban mutlak dan kelembaban nisbi.

- Kelembaban mutlak yaitu bilangan yang menunjukkan besar uap air dalam satuan yang ada di dalam  $1\text{m}^3$  udara. Di pantai mempunyai kelembaban mutlak yang tertinggi, karena berdekatan dengan sumber penguapan, yaitu laut. Gurun terbentuk karena jauh dari permukaan air yang dapat memberikan uap.
- Kelembaban nisbi yaitu angka dalam % yang menunjukkan perbandingan antara banyaknya uap air yang benar-benar dikandung udara pada suhu tertentu dengan jumlah uap air maksimum yang dapat dikandung udara pada suhu yang sama.

Kelembaban udara biasanya diukur dengan alat yang bernama higrometer.

### *d Angin*

Angin adalah gerakan udara di atas permukaan bumi. Pada umumnya angin bergerak horizontal namun ada juga yang bergerak vertikal atau miring mengikuti lereng.

### *e Proses terjadinya Angin*

Penyebab terjadinya angin ialah perbedaan tekanan udara di dua wilayah yang berdekatan. Perbedaan itu sebagai akibat dari perbedaan suhu udara dan inipun sebagai akibat dari perbedaan pemanasan matahari. Angin bersifat meratakan tekanan udara. Makin besar perbedaan tekanan udara, makin kencang angin yang terjadi.



Sumber: Encarta

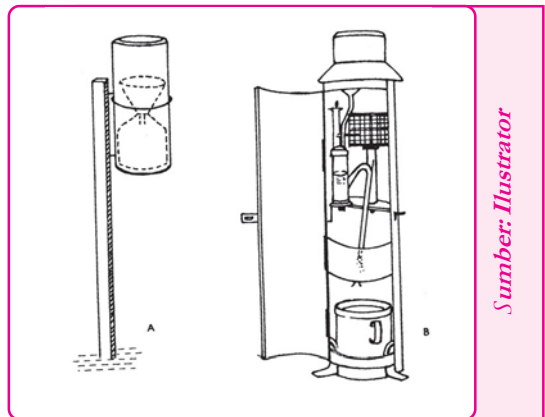
*Gambar 10.8 Angin*

Arah dan kecepatan angin perlu diketahui karena bermanfaat terutama untuk penerbangan dan perkiraan cuaca, selain itu juga bermanfaat untuk membaca awan sehingga terjadi hujan, menghasilkan tenaga, seperti angin dan perahu layar.

### *f Curah Hujan*

Alat untuk mengukur curah hujan adalah penakar hujan. Penakar hujan biasanya terdiri atas gelas ukur, dan alat pencatat hujan dilengkapi dengan alat pencatat jumlah curah hujan dalam jangka waktu tertentu di suatu tempat.

Bagaimana prinsip pencatatan alat tersebut? Pada waktu hujan alat pengukur curah hujan diletakkan di lapangan terbuka, setelah hujan selesai kita akan melihat sejumlah air di dalamnya. Tinggi air di dalam gelas ukur misalnya 20 mm ini artinya genangan air hujan di daerah tempat hujan itu 20 mm, jika air hujan itu tidak meresap, tidak mengalir, dan tidak menguap. Inilah prinsip pencatatan curah hujan. Sebagaimana pada gambar di samping.



Sumber: Ilustrator

*Gambar. 10.9 Penakar hujan biasa*

## Evaluasi

1. Suhu di dataran rendah lebih tinggi daripada di pegunungan. Mengapa demikian? Jelaskan!
2. Makin tinggi suatu tempat dari permukaan laut, tekanan udara makin rendah. Mengapa demikian?

### Tugas Kelompok

Kamu tentu sering mendengar “ Prakiraan Cuaca” media seperti TV, radio atau membaca surat kabar. Apa sebenarnya yang dimaksud dengan prakiraan cuaca itu? Untuk apa prakiraan cuaca itu? Siapa saja yang memerlukan prakiraan cuaca itu? Coba cari informasi siapa yang membuat prakiraan cuaca itu? Alat-alat apa saja yang diperlukan dalam prakiraan cuaca itu? Kerjakan bersama teman kelompokmu, kemudian buatlah tulisan sebagai laporan tugas.

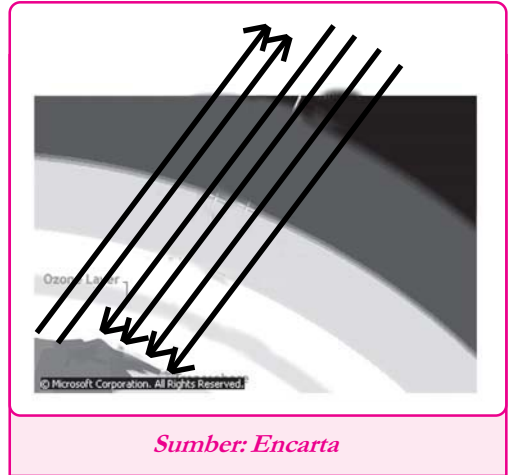
### 3. Efek Rumah Kaca di Atmosfer

Efek rumah kaca atau *Greenhouse effect* merupakan istilah yang pada awalnya berasal dari pengalaman para petani di daerah beriklim sedang yang menanam sayur-sayuran dan biji-bijian di dalam rumah kaca. Pengalaman mereka menunjukkan bahwa pada siang hari waktu cuaca cerah, meskipun tanpa alat pemanas suhu di dalam ruangan rumah kaca lebih tinggi daripada suhu di luarnya. Mengapa demikian?

Karena sinar matahari yang menembus kaca dipantulkan kembali oleh tanaman atau tanah di dalam ruangan rumah kaca sebagai sinar inframerah yang berupa panas. Sinar yang dipantulkan tidak bisa keluar ruangan rumah kaca sehingga udara di dalam rumah kaca suhunya naik dan panas yang dihasilkan di dalam ruangan rumah kaca tidak bercampur dengan udara luar rumah kaca. Akibatnya suhu di dalam ruangan rumah kaca lebih tinggi daripada suhu di luarnya yang dinamakan efek rumah kaca. Bagaimana terjadinya efek rumah kaca itu? Apa penyebab terjadinya efek rumah kaca? Ikutilah pembahasan berikut ini!

Pancaran sinar matahari yang sampai ke bumi, setelah melalui penyerapan oleh berbagai gas di atmosfer sebagian dipantulkan dan sebagian diserap oleh bumi.

Bagian yang diserap akan dipanaskan lagi oleh bumi sebagai sinar inframerah yang panas. Sinar inframerah tersebut di atmosfer akan diserap gas-gas rumah kaca seperti uap air, dan karbondioksida sehingga tidak terlepas ke luar angkasa dan menyebabkan panas terperangkap di troposfer dan akhirnya mengakibatkan peningkatan suhu di lapisan troposfer dan di bumi. Hal tersebut menyebabkan terjadinya efek rumah kaca di bumi.



*Gambar 10.10 Efek Rumah Kaca di Atmosfer*

#### **a Gas-gas Rumah Kaca**

Gas-gas rumah kaca adalah gas-gas yang menyebabkan terjadinya rumah kaca. Gas-gas rumah kaca antara lain: uap air, karbon dioksida, metana, ozon, dinitrogenoksida, dan chlorofluorocarbon. Gas rumah kaca di atmosfer menyerap sinar inframerah yang dipantulkan oleh bumi. Peningkatan kadar gas rumah kaca akan meningkatkan efek rumah kaca yang dapat menyebabkan terjadinya pemanasan global.

#### **b Uap air**

Uap air merupakan penyumbang terbesar bagi efek rumah kaca. Jumlah uap air dalam atmosfer berada di luar kendali manusia, dan dipengaruhi oleh suhu global. Jika bumi menjadi lebih hangat, jumlah uap air di atmosfer akan meningkat karena naiknya laju penguapan. Hal ini akan meningkatkan efek rumah kaca serta akan mendorong pemanasan global.

#### **c Karbondioksida**

Karbondioksida merupakan gas rumah kaca terpenting penyebab pemanasan global yang sedang ditimbun di atmosfer karena kegiatan manusia. Sumbangan utama manusia terhadap jumlah karbondioksida dalam atmosfer berada dari



pembakaran bahan bakar fosil yaitu minyak bumi, batu bara, dan gas bumi. Selain itu, penggundulan hutan serta perluasan wilayah pertanian juga meningkatkan jumlah karbondioksida dalam atmosfer.

#### **d Metana**

Metana merupakan gas rumah kaca yang terdapat secara alami. Metana dihasilkan ketika jenis-jenis mikro organisme tertentu menguraikan bahan organik pada kondisi tanpa udara. Gas ini juga menghasilkan secara alami pada saat pembusukan biomassa di rawa-rawa. Metana mudah terbakar, dan menghasilkan karbondioksida sebagai hasil sampingan.

Kegiatan manusia telah meningkatkan jumlah metana yang dilepaskan ke atmosfer. Sawah merupakan kondisi ideal bagi pembentukannya, dimana tangkai padi nampaknya bertindak sebagai saluran metana ke atmosfer. Meningkatnya jumlah ternak sapi dan kerbau merupakan sumber lain yang berarti, karena metana dihasilkan dalam perut mereka dan dikeluarkan ketika mereka bersendawa dan kentut. Metana juga dihasilkan dalam jumlah cukup banyak di tempat pembuangan sampah.

#### **e Ozon**

Ozon merupakan gas rumah kaca yang terdapat secara alami di atmosfer. Di troposfer, ozon merupakan zat tercemar hasil sampingan yang terbentuk ketika sinar matahari bereaksi dengan gas buang kendaraan bermotor. Ozon pada troposfer dapat mengganggu kesehatan manusia, hewan dan tumbuh-tumbuhan.

#### **f Dinitrogenoksida**

Dinitrogenoksida merupakan gas rumah kaca yang terdapat secara alami. Sumber utamanya yaitu kegiatan mikro organisme dalam tanah. Pemakaian pupuk nitrogen meningkatkan jumlah gas ini di atmosfer.

#### **g Chlorofluorocarbon**

Chlorofluorocarbon merupakan sekelompok gas buatan. Gas ini yang paling banyak digunakan mempunyai nama Freon. Zat-zat tersebut digunakan dalam proses mengembangkan busa, di dalam peralatan pendingin ruangan, dan lemari es. Gas-gas ini dapat merusakkan lapisan ozon.

Peningkatan gas rumah kaca akan meningkatkan efek rumah kaca, terutama disebabkan oleh pencemaran udara, dan dapat menyebabkan terjadinya pemanasan global. Pemanasan global yaitu peningkatan suhu di permukaan bumi yang mengakibatkan perubahan iklim dan kenaikan permukaan air laut.

### *Evaluasi*

---

1. Jelaskan, apa yang dimaksud dengan efek rumah kaca!
2. Sebutkan gas-gas efek rumah kaca di atmosfer!
3. Sebutkan dan jelaskan perbuatan manusia yang dapat meningkatkan jumlah gas-gas efek rumah kaca di atmosfer!
4. apa akibat yang ditimbulkan adanya efek rumah kaca?

### *Rangkuman*

1. Litosfer adalah lapisan kerak bumi yang paling atas
2. Batu-batuan dikelompokkan berdasarkan proses terjadinya terdiri dari batuan beku, batuan endapan, batuan malihan.
3. Batu-batuan beku terdiri dari: batuan beku dalam, batuan beu korok, dan batuan beku luar.
4. Batu-batuan endapan (sendimen) terdiri dari: batuan sendimen klasik, batuan sendimen kimiawi, dan batuan sendimen organik.
5. Batu-batuan malihan (metamorf) terdiri dari: batuan malihan termik dan batuan malihan dinamik.
6. Tenaga endogen terdiri dari vulkanisme dan gempa.
7. Vulkanisme adalah segala kegiatan magma dari lapisan dalam litosfer menyusup ke lapisan yang lebih atas atau sampai ke luas permukaan bumi yang disebabkan oleh suhu yang tinggi dan banyaknya gas di dalam bumi.
8. Keuntungan vulkanisme bagi manusia antara lain: sumber mineral, daerah pertanian menjadi subur, sebagai objek wisata.

9. Kerugian vulkanisme bagi manusia antara lain: letusan yang berakibat bencana, adanya lahar, adanya awan panas, dan terjadinya gelombang laut.
10. Gempa bumi menurut penyebabnya ada tiga macam yaitu: gempa tektonik, gempa vulkanik, dan gempa tumbukkan.
11. Hiposentrum adalah pusat terjadinya gempa bumi.
12. Episentrum adalah permukaan bumi yang terletak tepat di atas hiposentrum.
13. Alat yang digunakan untuk mengukur kekuatan gempa bumi dinamakan seismograf.
14. Bumi diselubungi oleh lapisan udara yang terdiri atas bermacam-macam gas yang disebut atmosfer.
15. Atmosfer terdiri atas beberapa lapisan yaitu: lapisan troposfer, stratosfer, mesosfer, termosfer, ionosfer, dan eksosfer.
16. Pengaruh lapisan atmosfer terhadap kehidupan manusia antara lain: adanya perubahan cuaca yang terjadi setiap saat, pada suatu tempat, yang disebabkan oleh suhu udara, tekanan udara, kelembaman udara, angin dan curah hujan.
17. Banyaknya panas matahari yang diterima permukaan bumi dipengaruhi oleh: lamanya penyinaran matahari, kemiringan sinar matahari, keadaan awan, keadaan permukaan bumi.
18. Ada dua kelembaman udara yaitu kelembaman mutlak dan kelembaman nisbi.
19. Angin adalah gerakan udara di atas permukaan bumi.
20. Alat yang digunakan untuk mengukur curah hujan yaitu penakar hujan.
21. Suhu di dalam ruangan rumah kaca lebih tinggi daripada suhu di luarnya, dinamakan efek rumah kaca.
22. Efek rumah kaca di atmosfer disebabkan oleh gas-gas rumah kaca yaitu: uap air, karbondioksida, metana, ozon, dinitrogenoksida, dan chloroflourocarbon.
23. Peningkatan kadar gas rumah kaca meningkatkan efek rumah kaca dan dapat menyebabkan terjadinya pemanasan global.



## Kegiatan Laboratorium

### Tujuan:

Menyelidiki kecepatan pengendapan.

### Alat dan Bahan

1. Cangkir ukuran 500mL
2. Air
3. Stoples plastik ukuran 1 L dengan tutupnya
4.  $\frac{1}{2}$  cangkir (125 mL) tepung
5.  $\frac{1}{2}$  cangkir (125 mL) kacang merah kering
6. Penunjuk waktu

### Langkah Kerja

1. Tuang 2 cangkir (500mL) air ke dalam masing-masing stoples!
2. Tambahkan tepung ke dalam satu stoples dan tambahkan kacang ke dalam stoples lainnya!
3. Tutup rapat kedua stoples!
4. Berikan sebuah stoples kepada temanmu dan kamu memegang yang satunya. Kocoklah stoples tersebut selama 30 detik bersama-sama!
5. Amati dan catat kenampakan isi masing-masing stoples setiap 20 menit selama 1 jam, pada tabel data pengamatan!

Bahan-Bahan	Waktu			
	0 menit	20 menit	40 menit	1 jam
Tepung				
Kacang				

6. Buatlah kesimpulanmu!

### Penyelidikan lebih lanjut

1. Di sungai seluruh partikel bercampur. Jenis lapisan apa yang akan terbentuk jika beberapa partikel berbagai ukuran ada dalam stoples yang sama?

2. Bagaimana pengaruh kecepatan pengendapan sedimen terhadap pelapisan dalam batu sedimen? Selidikilah!

### **Petunjuk penyelidikan**

1. Ulangi penyelidikan dengan menggunakan empat stoples dan menambahkan tepung, kacang, dan air bersama ke dalam stoples!
2. Fotolah stoples-stoples selama percobaan sehingga dapat digunakan untuk menjelaskan selama percobaan terjadi!
3. Kamu dapat mengganti tepung dan kacang dengan tanah, pasir, dan kerikil.

### **Pertanyaan lain untuk diselidiki**

1. Bagaimana pengaruh kecepatan air terhadap kecepatan pengendapan sedimennya? Selidikilah!
2. Bagaimana delta terbentuk? Selidikilah!

## ***Uji Kompetensi***

---

### **A. Pilih salah satu jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, atau d!**

1. Batu apung termasuk jenis batuan ...
  - a. batuan endapan
  - b. batuan malihan
  - c. batuan beku
  - d. batuan sendimen
2. Di bawah ini yang termasuk batuan endapan adalah *kecuali*...
  - a. sedimen klasik
  - b. batuan kimiawi
  - c. sedimen organik
  - d. sedimen korok

3. Masuknya magma ke dalam batu-batuan disebut ...
  - a. intrusi
  - b. vulkanis
  - c. endogen
  - d. eksogen
4. Magma yang telah meleleh di permukaan bumi disebut ...
  - a. lahar
  - b. lava
  - c. lakolit
  - d. gang
5. Pusat terjadinya gempa bumi dinamakan ...
  - a. chiposentrum
  - b. episentrum
  - c. seismograf
  - d. seismogram
6. Komposisi gas yang paling banyak dalam atmosfer adalah ...
  - a. oksigen
  - b. nitrogen
  - c. argon
  - d. hidrogen
7. Lapisan ozon terdapat pada lapisan ...
  - a. ionosfer
  - b. mesosfer
  - c. troposfer
  - d. stratosfer
8. Alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin adalah ...
  - a. seismograf
  - b. barometer
  - c. anemometer
  - d. altimeter

9. Pada lapisan apakah gelombang radio dipantulkan ...
  - a. Stratosfer
  - b. ionosfer
  - c. eksosfer
  - d. mesosfer
10. Di bawah ini adalah faktor-faktor yang mempengaruhi cuaca, *kecuali* ...
  - a. suhu udara
  - b. tekanan udara
  - c. kelembaman udara
  - d. tinggi rendahnya tempat

**B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan tepat!**

1. Apakah yang dimaksud litosfer?
2. Jelaskan proses terjadinya batuan beku!
3. Jelaskan macam-macam batuan beku dan berikan masing-masing contohnya!
4. Bagaimana proses terjadinya batuan endapan?
5. Ada berapa macam intrusi? Sebutkan dan jelaskan!
6. Jelaskan keuntungan dan kerugian vulkanisme bagi kehidupan manusia!
7. Jelaskan perbedaan antara lapisan-lapisan yang ada pada lapisan atmosfer!
8. Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi cuaca! Jelaskan masing-masing faktor!
9. Apa yang dimaksud efek rumah kaca?
10. Sebutkan penyebab terjadinya efek rumah kaca!

## GLOSARIUM

### A.

- Adaptasi** : Kemampuan organisme menyesuaikan diri dengan lingkungannya.
- Akson** : penjurulan sitoplasma yang panjang pada badan sel atau serabut panjang.
- Alogami** : Penyerbukan terjadi karena serbuk sari yang jatuh di kepala putik berasal dari bunga lain yang berbeda pohon, tetapi masih satu spesies atau penyerbukan silang.
- Anemogami** : Penyerbukan terjadi pada bunga karena bantuan angin.
- Anoda** : Kutub yang mempunyai potensial yang lebih tinggi dan diberi tanda + (positif).
- Antropogami** : Penyerbukan dibantu oleh manusia.
- Autogami** : Penyerbukan terjadi karena serbuk sari yang jatuh di kepala putik berasal dari satu bunga itu sendiri.
- Asteorid** : Planet-planet kecil yang mengelilingi matahari.
- Atom netral** : atom yang mempunyai jumlah proton sama dengan elektron.

### B.

- Bintang** : Benda di angkasa yang memiliki sumber cahaya sendiri.

### C.

- Coulomb** : Satuan muatan listrik

### D.

- Daya** : Kemampuan untuk melakukan usaha.
- Defekasi** : Proses pengeluaran kotoran dari saluran pencernaan.
- Dendrit** : Tonjolan sitoplasma yang pendek pada badan sel atau serabut pendek.

### E.

- Ekskresi** : Proses pengeluaran zat-zat sisa hasil metabolisme dalam tubuh.
- Elektrolit** : Larutan yang dapat menghantar arus listrik
- Energi** : Kemampuan untuk melakukan usaha .
- Energi listrik** : Sebanding dengan tegangan listrik, kuat arus listrik, dan waktu.
- Episentrum** : Permukaan bumi yang terletak tepat di atas hiposentrum.



**F.**

- Ferromagnetik** : Benda-benda yang dapat ditarik magnet dengan kuat.  
**Fertilisasi** : Proses pembuahan atau bertemunya sel kelamin jantan dengan sel kelamin betina.  
**Filial** : Keturunan dari generasi parental

**G.**

- Garis-garis gaya magnet** : Garis-garis khayal yang merupakan lintasan kutub utara magnet-magnet kecil apabila dapat bergerak bebas.  
**Geitonogami** : Penyerbukan terjadi karena serbuk sari yang jatuh di kepala putik berasal dari bunga lain dalam satu pohon.  
**Gempa bumi** : Gerakkan bumi akibat tenaga dari dalam bumi.  
**Gen** : Materi pembawa sifat di dalam kromosom yang menentukan sifat yang akan diwariskan kepada keturunan  
**Generator** : Mesin listrik atau pembangkit tenaga listrik selanjutnya.

**H.**

- Haploid** : Satu perangkat kromosom (n)  
**Hemaprodit** : Untuk memperoleh individu identik makhluk yang berjenis kelamin dua  
**Hibernasi** : Sifat tidur pada hewan tertentu di daerah dingin  
**Hidroponik** : Proses budidaya tanaman dengan media air.  
**Hiposentrum** : Pusat terjadinya gempa

**I.**

- Induksi magnet** : Kuat medan magnet akibat adanya arus listrik yang mengalir dalam induktor.  
**Intrusi** : Masuknya magma ke dalam batu-batuan.

**J.**

- Joule** : Satuan energi

**K.**

- Kalori** : Satuan energi (1 kalori = 4,2 joule)  
**Kultur jaringan**: Pembiakan jaringan tertentu dari tumbuhan hingga diperoleh individu identik.

## L.

- Lava** : Magma yang telah meleleh di permukaan bumi  
**Lahar** : Aliran Lumpur panas yang terdiri atas magma bercampur air.  
**Listrik** : Gejala pemisahan muatan negatif dan positif dalam suatu medan listrik

## M.

- Magma** : Lelehan batuan pada kerak bumi yang sangat panas.  
**Medan magnet** : Ruang di sekitar benda-benda yang bersifat magnet.  
**Medula** : Sumsum, bagian

## N.

- Nefrosis** : Penyakit ginjal

## O.

- Organisme transgenik** : Individu yang sudah mengalami perubahan genetik secara buatan.  
**Ovarium** : Indung telur  
**Oviduk** : Saluran telur  
**Ozon** : Lapisan udara yang terdapat di atmosfer.

## P.

- Paramagnetik** : Benda-benda yang ditarik dengan gaya lemah oleh magnet.

## R.

- Relai** : Alat yang dikendalikan dengan energi kecil sehingga dapat memutus atau mengganti (menghubungkan) arus listrik yang besar dalam jarak jauh.  
**Retina** : Selaput jala mata  
**Revolusi** : Peredaran bumi dan planet-planet lain mengelilingi matahari  
**Rotasi** : Perputaran bumi atau planet lain pada porosnya.

## S.

- Satelit** : Benda angkasa yang mengitari planet  
**Seismograf** : Alat pencatat gempa

**T.**

**Tata surya** : Kelompok benda di langit yang berpusat pada benda yang bercahaya sendiri.

**Tektonik** : Proses gerakan pada kerak bumi yang menimbulkan lipatan atau patahan.

**U.**

**Uretra** : Pipa kemih luar

**Uranus** : Planet ketujuh dalam tata surya

**V.**

**Vagina** : Alat kelamin wanita

**Vas deferens** : Saluran mani, penerusan epididimis, dan bermuara ke uretra.

**Vulkanis** : Memiliki sifat gunung api.

**W.**

**Watt** : Satuan daya

**Y.**

**Yupiter** : Planet kelima dalam tata surya dan merupakan planet terbesar.

# INDEX

## A

### Adaptasi

59, 60, 61, 62, 63, 64, 68, 69, 70,  
71, 72, 74, 75, 97, 100, 101, 102

### Adaptasi fisiologi

61, 68, 69, 97, 100

### Adaptasi morfologi

61, 63, 66, 67, 97, 100, 101

### Adaptasi tingkah laku

61, 70, 72, 97, 100

### Adrenalin

23, 36, 54, 55, 57

### AIDS

20

### Akson

27, 53, 118

### Alogami

80, 99

### Atmosfer

263, 264, 270, 271, 272, 273,  
274, 275, 279, 280, 281, 282, 285, 286

### Anemogami

79, 99

### Antropogami

79, 99

### Amperemeter

143, 144, 145, 147, 148, , 155,  
156, 160, 161, 177, 179, 183

### Asteroid

236, 237, 256, 259

### Autogami

70, 80, 99

## B

### Bastar

80, 99

### Baterai

183, 189, 203, 204, 206, 207, 209

### Baterai

144, 148, 152, 153, 155, 167,  
171, 173

### baterai

147, 148, 151, 152, 153, 154, 156,  
160, 167, 168, 170, 171, 172, 173, 179

### Beda potensial

141, 143, 150, 151, 152, 153, 154,  
155, 157, 159, 171, 173, 175, 176, 177, 179,  
180, 181, 184, 187, 193

### Bilirubrin 12

### Bumi

231, 234, 235, 236, 237, 238, 239,  
241, 243, 244, 246, 247, 248, 249, 250, 251,  
252, 253, 254, 255, 256, 257, 259, 260, 261, 262  
329, 330, 331, 333, 334, 335, 336, 338, 339

### Buta Warna

59, 78

## C

### Cerebellum

30, 31

### Cerebrum

30, 37

Chirrhosis

15, 28, 30

Coulomb

178, 199

Cowper

22, 28, 30

## D

Daya listrik

235, 240, 241, 242, 243, 246,

248, 250, 251, 276, 282, 285, 317

Daya listrik

181, 186, 187, 188, 189, 192, 194,

196, 222, 228

Dendrit

27, 53

Diabetes

7, 23, 24, 36, 114

Diafragma

40, 211

## E

Ejakulasi

22

Ekskresi

1,2,3,9,10,11, 13, 14, 15, 18,27,28,29,  
30,71

Elektron

175, 176, 181, 185, 186, 188,191, 193,  
208, 225, 227,228,265,296,326

Elemen

195, 211, 219, 224, 225, 226, 227,  
228, 230,233, 235, 239, 240, 243,  
244, 247,249, 250, 262,280, 293

Elemen kering

224, 225, 226, 230, 233

Elemen volta

224, 226, 230, 233

## H

Heterozigot

113, 114, 115, 119

Hepatitis

12, 13, 21

Hipermetropi

56

Hipofisis

37, 53, 54, 55

Hipotalamus

31, 53

Higrofit

67, 97

Hydrogami

79, 99

Homozigot

112, 114, 119

## I

Ionosfer

263, 271, 272, 282, 285, 286

## Induksi

121, 130, 131, 132, 138, 139, 140,  
170, 197, 204, 205, 206, 207, 213,  
214, 215, 216, 217, 218, 225, 227

## Insulin

114

## Iris

39, 67, 85

## Indra

42, 46, 50, 53, 38, 50, 52, 53, 58

## Insulin

36, 54, 55, 57

## J

### Juling

39, 41

## K

### Katarak

41

### Kandidiasis

21

### Kandung kemih

19

### Komet

237, 238, 256, 259

### Koroid

39, 40

### Kromosom

103, 105, 106, 107, 108, 118, 119

### Kuat arus

143, 144, 145, 147, 148, 149, 155, 156, 157,  
160, 161, 166, 174, 175, 176, 177, 178

## Kulit

4, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 20, 21, 22, 24,  
31, 36, 38, 50, 51, 53, 57

## L

### Lahar

269, 273, 282, 285

### Litosfer

264, 265, 268, 273, 281, 286

## M

### Magma

264, 265, 266, 268, 269, 281, 285

### Mars

231, 233, 234, 235, 236, 237, 256

### Matahari

231, 232, 233, 234, 235, 236, 237,  
238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246,  
247, 248, 249, 251, 252, 253, 254, 255,  
256, 257, 258, 259, 260, 262

### Merkurius

231, 233, 234, 235, 236, 256

### Medan listrik

121, 126, 127, 135

### Meteor

238, 239, 259

### Meteorid

238, 239

### Mimikri

70, 100

### Motor Listrik

197, 212, 225

**N**

Neptunus  
231, 233, 234, 235, 236, 256

Nnukleus

118

**L**

Labia mayora

21, 24

Labia minora

21

**O**

Ohmmeter

144, 166, 167, 177

Okulasi

87

Ovarium

17, 18, 21, 24

Ovipar

94

Ovovivipar

94

Ovarium

37, 78, 90, 93, 94, 95, 96, 98

**P**

Papila 47, 56

Paratiroid 37, 53, 55

Potensial

121, 128, 129, 131, 132, 134, 135,  
138, 139, 140, 141, 143, 150, 151, 1  
52, 153, 154, 155, 156, 157, 159, 167, 170, 171,  
173, 175, 176, 177, 179

Presbiopi

41

Progesteron

23, 37

Pulau langerhans

53

Pulmo

2

**R**

Rahim

16, 17, 19, 21

Ringworm

20

Relai

210, 225

Retina

39, 40, 55

Revolusi

234, 246, 248, 249, 251, 252, 256,  
257, 259, 260, 261, 262

Rotasi

235, 242, 243, 249, 251, 252, 253,  
256, 257, 259, 261, 262

**S**

Sariawan

50

Sinapsis

53

Sifilis

19, 21

Saturnus

231, 233, 234, 235, 236, 256

Seismograf

270, 282, 285

## **T**

Tata surya

231, 232, 233, 236, 244, 246,

256, 259

Troposfer

263, 271, 274, 279, 280, 285

Transformator

215, 218, 219, 222, 223, 225, 228,

229, 230

## **T**

Testis

14, 15, 20, 21, 23, 24

36, 37, 79, 90, 92, 94, 95, 96

Tiroid

35, 37, 53, 55

Tuli konduksi

44

Tuli saraf

45

Tunas adventif

81, 82, 99

## **U**

Umbi akar

83

Umbi lapis

84

Uranus

231, 233, 234, 235, 236, 256, 259

Uretra

14, 15, 21, 24

Urin

3, 4, 6, 7, 8, 13, 15, 16, 22, 24, 69,

## **V**

Vagina

93, 96

Vas deferens

14, 24, 92, 94, 95, 96

Vasopresin

35

Vegetatif

59, 81, 85, 77, 81, 85, 88, 89, 97

Vivipar

94

Venus

231, 233, 234, 235, 236, 256

Voltmeter

151, 152, 153, 159, 160, 161

Vagina

15, 16, 17, 21

Vulva

16, 19

## **Y**

Yupiter 231,

259

## **Z**

Zoidiogami

79



## Kunci Jawaban

### Bab 1

#### Pilihan ganda

2. d
8. d
12. a
16. a
18. c
20. d

#### Uraian

1. Bagian-bagian ginjal
7. Fungsi kulit:
  - sebagai alat pengeluaran
  - pelindung tubuh
  - indera peraba
  - penyimpanan cadangan makanan
  - pengatur suhu
9. Lepasnya sebagian endometrium yang dikenal dengan menstruasi.

### Bab 2

#### Pilihan ganda

2. a
6. a
10. a
14. c
15. a
18. b
20. a

#### Uraian

2. Rangsang → reseptor saraf sensorik saraf motorik efektor gerak
3. ujung rasa manis tepi depan kiri dan kanan rasa asam tepi belakang kiri dan kanan rasa asin pangkal rasa pahit

### Bab 3

#### Pilihan ganda

4. c
6. a
8. d
10. b
12. d
14. c
16. d
18. b

#### Uraian

1. Adaptasi morfologi : penyesuaian bentuk luar tubuh terhadap lingkungan.
3. a. Untuk melangsungkan kehidupan  
b. mati  
c. adaptasi morfologi, adaptasi fisiologi
- 5. Karena dengan kemampuan beradaptasi makhluk hidup dapat melangsungkan kehidupannya.

### Bab 4

#### Pilihan ganda

2. c
4. b
6. a
8. a
10. c
12. c
14. c
16. b
18. c
20. a

### **Uraian**

1. Gen  
penampilan, tingkah laku, bentuk wajah, dan beberapa penyakit ditentukan oleh gen.
3. Persilangan monohibrid:  
Persilangan antara dua individu dengan satu sifat beda  
Persilangan dihibrid:  
Persilangan antara dua individu dengan satu sifat beda.
7. *Lactobacillus* sp, *Streptococcus* sp
9. Agar selama terjadi perubahan dari protein kompleks kedelai menjadi protein sederhana berjalan dengan baik.

### **Bab 5**

#### **Pilihan ganda**

2. c
4. a
6. c
8. a
10. a
12. d
14. c

### **Uraian**

2. Dalam keadaan netral elektroskop mengatup dan bila ada muatan membuka.
6.  $V = 5$  volt
8. Alat yang mampu menimbulkan muatan listrik.

### **Bab 6**

#### **Pilihan ganda**

2. d
4. a
6. b
8. d
10. a
12. b
14. b

### **Uraian**

2.  $I = 12$  A
4.  $I = 0,5$  A
6.  $R_{\text{seri}} = 55$  ohm  
 $R_{\text{parallel}} = 5$  ohm

### **Bab 7**

#### **Pilihan ganda**

2. c
4. a
6. a
10. b
12. a
14. a

### **Uraian**

2.  $P = 36$  watt  
 $W = 21.600$  joule
3.  $V = 100$  volt  
 $W = 6000$  joule

### **Bab 8**

#### **Pilihan ganda**

2. c
4. c
6. a
8. b
10. b
12. c
14. a

### **Uraian**

2. Cara menggosok, cara induksi, dan cara menggunakan arus listrik
4. Bel listrik, silang, telepon
6.  $V_s = 333,3$  volt

## Bab 9

### Pilihan ganda

2. a
4. a
6. d
8. b
10. a
12. a
14. c

### Uraian

2. Mars, Yupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus.
4. Inti, fotosfer, kromosfer, korona
6. Hukum kepler I, semua planet bergerak dalam orbit elips dengan matahari di salah satu fokusnya.
8. Akibat rotasi bumi
  - terjadinya siang dan malam
  - perbedaan waktu
  - pemepatan bumi

## Bab 10

### Pilihan Ganda

2. a
4. b
6. b
8. a
10. d

### Uraian

2. Magma cair yang bersuhu tinggi yang beradadi daerah yang dingin, magma itu menjadi dingin dan lambat laun menjadi beku.

4. Batuan beku yang hancur dibawa oleh air dan mengendap.

6. Keuntungan vulkanisme
  - letusan
  - lahar
  - awan panas
7. Faktor-faktor yang mempengaruhi cuaca:
  - suhu udara
  - kelembaban udara
  - tekanan udara



## DAFTAR PUSTAKA

- Alonso, Finn. 1980. *Fundamental University Physics*. New York: Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- AY, Suroso, dkk. 2003. *Ensiklopedi Sains dan Kehidupan*. Jakarta. CV Tarity Samudera Berlian.
- Becker, W.M., dkk. 2000. *The Workd of The Cell. San fransisco*: Cumming Publishing Company.
- Beiser, A. 1962. *The Mainstream of Physical Science*. New York: Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- Beiser, A. 1983. *Konsep Fisika Medern*. Jakarta: Erlangga.
- Boas, Mary, L. 1961. *Mathematical Methods in The Physical Science*. New York: Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- Departemen Pendidikan dan Olah Raga. 2006. *Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar Sekolah Menengah Pertama (SMP)/ Madrasah tsanawiyah (MTs)*. Jakarta.
- Fatt, C.K. dkk. 2003. *Science adventure for secondary 2*. Singapore: Federal Publications.
- Holliday Resnick. 1991. *Fisika Jlid I (Edisi terjemah)*. Jakarta: Erlangga.
- Johannes. 1978. *Listrik dan Magnet*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Kertiasa, Nyoman. 2000. *Fisika untuk Sekolah Menengah Umum Kelas1* . Departemen Pendidikan Nasional.
- Kraus Karl, Beiser A. 1991. *The Physical Universe*. New York: Mv Graw-Hill, Inc.
- Leksono, Karlina. Dkk. 2001. *Intisari Inilah Jawabannya*. Jakarta: PT gramedia.
- Lim, H.K. 2001. *Biology the Living Science*. Singapore: Longman.
- Mader, Sylvia. S. 2004. *Biology*. New York: McGraw-Hill.
- Michael Abbotet. 1989. *Teori dan Soal-soal Termodinamika (Edisi Terjemah)*. Jakarta: Erlangga.

- Pudak Scientific. 1998. *Panduan contoh-contoh Percobaan untuk Sekolah Menengah Umum, Optika*. Bandung.
- Pudak Scientific. 1998. *Panduan contoh-contoh Percobaan untuk Sekolah Menengah Umum-Listrik dan Magnet*. Bandung.
- Pudak Scientific. 1998. *Panduan contoh-contoh Percobaan untuk Sekolah Menengah Pertama-Gelombang dan Termodinamika*. Bandung.
- Pudak Scientific. 1998. *Panduan contoh-contoh Percobaan untuk Sekolah Menengah Pertama-Mekanika*. Bandung.
- Sears, F W et all. 1983. *University Physics I*. New York: Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- Soepono, MSc. 1979. *Energi Gelombang dan Medan 1*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Sutrisno. 1981. *Seri Fisika Dasar*. Bandung : ITB
- Sutrinio. 1997. *Seri Fisika Dasar-Mekanika*. Bandung: ITB.
- Yatim, Wildan. 2003. *Kamus Biologi*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.

**ISBN 978-979-068-000-5**

**Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 69 Tahun 2008 tanggal 7 November 2008 tentang Penetapan Buku Teks yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk Digunakan dalam proses pembelajaran.**

Harga Eceran Tertinggi (HET) Rp15.645,-